من الموسوعة الذرية للأجيال ..



★ كيف تصنع قنبلة ذرية

★ كوارث انفجار القنبلة الذرية

★ المفاعل النووى بين السلام والحرب

مهندس صبحي سليمان

الدار الذهبية

الدار الذهبية للطبع والنشر والتوزيع

تليفون :٣٥٥١٧٤٨ـ ٣٥٤٤٧٤٨ فاكس ٣٥٤٦٠٣١

المقدمة

الذرة ... أصغر شيء يمكن تخيله ...

الذرة ... شيء صغير أحدث طفرة علمية كبيرة ...

الذرة ...

أصل كل شيء ... فسرت ظواهر عديدة ... أفادت في كل المجالات ... وقد تدمر كل شيء ...

الذرات ... تلك الأشياء المتناهية فى الصغر التى كنا نحتقرها ونضرب بها المثل فى الصغر والضآلة ... أتدرى أن لها شأناً عظيماً الآن ...

لقد اهتمت الدوائر العلمية بها ... فجعلت من اهتم بها متقدماً ... لقد آن الأوان لنا أن نهتم بها أيضاً كى نركب فى قطار الحضارة والرقى مع من ركبوه قبلنا ...

وبين جنبات هذا الكتاب نجد معلومات قيمة عن الذرة ومجالاتها المتعددة وعن آثارها السلمية والمدمرة ... فنرجو أن يكون هذا الجهد المتواضع منارة تنير الطريق المظلم فى هذا الشأن، وأرجو أن يكون ذلك الكتاب مرشدك ليجيب لك عن كل ما يدور بخلدك فى هذا الموضوع.

مع تحيات

مهندس/ صبحى سليمان



حدث ذات يوم عام ١٩٠٥ أن دلف شاب فى السادسة والعشرين من عمره إلى مكتب بريد "برن"، وكان يتميز بكثافة غير عادية فى شعر رأسه، ويرتدى ثياباً أقل بكثير من أن توصف بالتواضع، بل أنها كانت غاية فى الفوضى.

واقترب الشاب من نافذة مكتب البريد، وأعطى الموظف مظروفاً ضخماً أصفر اللون، يحمل عنوان مجلة "لبيسيا انالين" للعلوم وكان المظروف ينطوى على ثلاثين صفحة مكتوبة بخط دقيق هى نتيجة عمل عقلى مضن استمر عدة أعوام.

ونشرت المجلة العلمية ذلك البحث، فارتعدت أوصال العلماء فى جميع أرجاء الأرض.

ذلك أنه عمد فى صفحات قليلة، وفى وضوح تام، وفكر عميق يبعثان على الذهول، إلى شرح نظريات ثورية خطيرة فى علم الطبيعة. ومن نظرية جديدة تماماً، استخلص الكاتب المجهول نتائج منطقية من القوانين التى كانت تبعث فى النفوس الخوف الشديد.

ولكن من كان هذا الشاب؟

من كان أينشتاين هذا، الذى تجاسر على كتابة مثل هذه الأشياء؟

لقد قال عنه زميل له يدعى البروفيسور "لادمبورج" ذات يوم:

"إن هناك نوعين من العلماء. فمن ناحية نجد أينشتاين .. وفى الناحية الأخرى جميع العلماء الآخرين".

والواقع أن أينشتاين قد ارتفع على كافة معاصريه، بتكوينه العقلى الفذ. ويمكن وضعه بدون شك إلى جانب جاليليو ونيوتن.

ولد ألبرت أينشتاين عام ١٨٧٩ فى "أولما"، وهى مدينة صغيرة فى ألمانيا الجنوبية. وكان غلاماً هادئاً خجولاً، لا يميل إلى الألعاب التى تحدث ضجيجاً، ولكنه كان يفضل ملاحظة الطبيعة، وأن يقطع على قدميه مسافات طويلة فى الغابات، وهى الهواية التى لازمته طوال حياته.

وحتى فى المدرسة، فإنه لم يدل على أنه كان تلميذاً نجيباً فقد كان نادر الكلام عزوفاً عنه. وعندما كان يتعين عليه أن يرد على سؤال، لم يكن يجب على الفور، بل كانت تنقضى عدة دقائق قبل أن يفعل ذلك. كان يريد أن يكون على ثقة من أنه يقول الأشياء الصحيحة، ولذلك كان يفكر طويلاً قبل أن يتكلم. وقد أطلق عليه أصدقائه فى المدرسة اسماً هو "فم الحقيقة".

وكانت المدرسة تمثل عادة واجباً ثقيلاً وكريهاً بالنسبة لأينشتاين فقد كان المدرسون والأساتذة يرغبون فى أن يتعلم التلاميذ عن ظهر قلب، القواعد والتواريخ والأسماء. غير أنه رأى أنه من غير المجدى إضاعة الوقت لحفظ ما يمكن العثور عليه بسهولة فى أحد الكتب، إنما كان يريد بدلاً من ذلك أن يعرف سبب كل شىء.

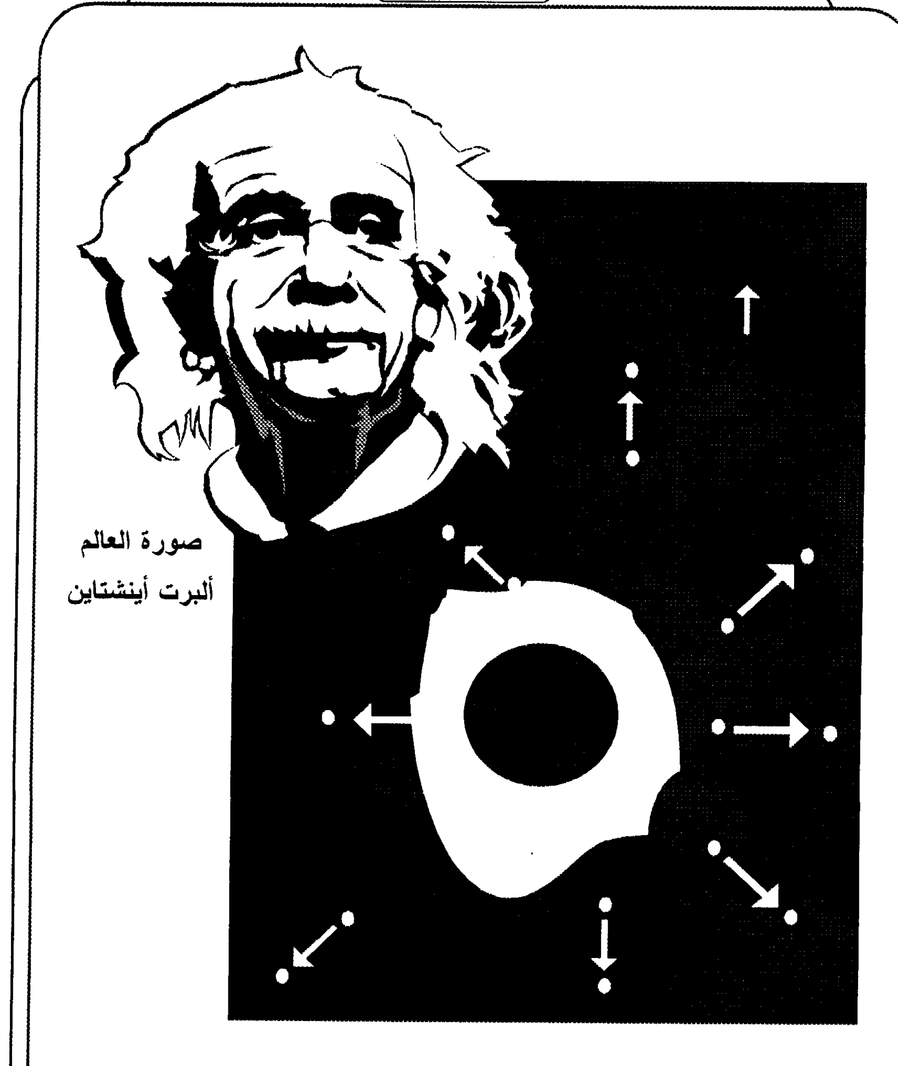
وقد أهداه والده ذات يوم بوصلة على أمل منه أن يجتذب ولده من الأحلام التى كان غارقاً فيها .. وقد كان على حق، فإن تلك الإبرة

السحرية التى كانت تتجه دائماً نحو الشمال استحوذت على اهتمامـــه، وراح ألبرت الصغير يغرق أبويه وأساتذته بوابل من الأسئلة واستطاع أينشتاين على نحو ما أن يتعلم تعليمه الثانوى، وكذلـــك دراســـته فـــى جامعة "زيورخ". وكان قد اكتشف منذ بعض الوقت طريقه وهوايتـه... وهى الفيزياء، فدرس أعمال كبار علمائها، واشتغل كالمســـعور فـــى معمل الجامعة وتخرج فى عام ١٩٠٠ واضطر للبحث عن عمل. وفـى الثانية والعشرين من عمره حصل على وظيفة فـــى مكتـــب بـــراءات الاختراعات فى برن، ثم تزوج فى نفس العام مـــن زميلـــة لـــه فـــى الجامعة. كانت الوظيفة تدر عليه دخلاً متواضعاً ولكنها فى مقابل ذلـك تترك له الكثير من وقت الفراغ. فقد كانت تكفيه ســـاعة أو ســـاعتان لإنجاز العمل الذى لا يكاد زملاؤه ينجزونه طوال النهار، فاستغل ذلـك للتفكير وكتابة ما كان عقله يفتش عنه من أسرار الكون.

وفى عام ١٩٠٥ نشر أول أعماله حول نظريته الشـــهيرة فـــى النسبية، ومنذ ذلك الوقت بدأت شهرته تنتشر فى العالم بأسره، فاستدعى لكى يلقى حاضرات فى جامعة "زيورخ"، ثم جامعة "برلين".

وفى عام ١٩١٦ نشر إضافة هامة جديدة إلى نظريـــة النســـبية، ومن بين النتائج التى عرفها ما يلى:

إن الشعاع المضىء إذا مر بالقرب من جسم ذى كثافة معينة ... انحرف عن طريقه. وقد أشار هو بنفسه إلى الوسيلة التى يمكن بها



صورة العالم
ألبرت أينشتاين

صورة تمثل كسوف الشمس الذى حدث فى مايو عام ١٩١٩، والذى أجرى عليه أينشتاين إثبات إحدى نتائج نظرياته.

التأكد من مثل هذه الحقيقة. وهى تصوير النجوم التى تكون قريبة من الشمس أثناء كسوفها.

وفى عام ١٩١٩، وقع الكسوف الذى يصلح لهذه التجربة، وكان ذلك عندما كانت الشمس واقعة بالنسبة للأرض فى منطقة حافلة بالنجوم البراقة، وهى مجموعة "هيادى" وقامت الجمعية الملكية فى لندن بتنظيم رحلات إلى أفريقيا وغلى البرازيل، حيث كان يتوقع أن يكون الكسوف كاملاً وقد التقطت عدة صور رائعة وراح العلماء يفحصون تلك الصور بانفعال شديد .. كانت النجوم البراقة التى بدت بالقرب من القرص الأسود من الشمس بعد كسوفها فى غير مكانها، وبدا واضحاً أنها تحركت منه.

وعندما وصلت الصور السلبية، ووضعت فوق مكتب أينشتاين، صاح الساحر العظيم قائلاً:

"هذا جميل ... إنه فى غاية الروعة".

فقالت زوجته التى كانت تقف جواره ..

"الآن لديك الدليل".

وهنا انطلقت من أينشتاين ضحكة رنانة وهو يقول:

"دليل! .. إننى يا عزيزتى لم أكن فى حاجة إلى دليل .. لقد قلت "جميل على الصورة".

والواقع أن علماء الفلك عندما قاموا بقياس النجوم وجدوا أنـــها تحركت من مكانها بمقدار ١,٦٤ ثانية من الدرجة .. وليـــس بمقـــدار ١,٧٥ كما قال أينشتاين، وهنا تحدث أينشتاين بهدوء قائلا:

"فى المرة القادمة عندما يتم التصوير بأجهزة أكثر دقة .. ستكون النجوم فى المكان الصحيح الذى أخبرت به"

وهذا ما حدث بالفعل، ومنذ ذلك الحين أصبـــح اســـم أينشـــتاين معروفا حتى لدى ألئك الذين لا يفقهون شيئا فى العلوم، وخصصت لـــه صحف العالم الصفحات الكاملة، ودعى العـــالم الكبـــير إلـــى إلقـــاء محاضرات فى أكبر المعاهد العالمية، فذهب إلى فرنسا وهولندا وأسبانيا واليابان وروسيا والولايات المتحدة.

حصل ألبرت أينشتاين على جائزة نوبل فى العلوم عام ١٩٢٠.

وتوصل أينشتاين إلى معادلة هامة غيرت من مجـــرى التـــاريخ وهذه المعادلة هى:

$$ط = ك س^{٢}$$

ونجد أن حرف ط معناه = طاقة

وحرف ك معناه = كتلة

وحرف س معناه = سرعة الضوء أى حوالى ٣٠٠ ألـــف كيلومتر فى الثانية

فإذا نحن رفعنا س إلى التربيع أى لو أننا ضربنا الرقم الذى تمثله فى نفسه، لنتج عن ذلك رقم هائل.

والآن فإننا نرى أن مقدارا صغيرا من الكتلة يمكن أن يتحول إلى مقدار هائل من الطاقة، وبالذات لأن هذه الطاقة جاءت من حاصل ضرب الكتلة فى العدد الضخم الذى يمثل مربع سرعة الضوء.

وبالتوصل إلى تحطيم القليل من المادة، تنشأ نتيجة ذلك طاقة حرارية مهولة.

وهذه المعادلة الصغيرة التى قد يستهين بها الكثير عملت على تغيير مجرى التاريخ بأكمله، وقد يتعجب الكثيرون من ذلك ويقولون:

"إن هى إلا ثلاثة حروف فقط فأى عجب تحدثه تلك المعادلة؟"

ونجيب على ذلك السؤال قائلين:

"لقد نتجت عن تلك المعادلة الصغيرة شىء مهول غير من معالم الكرة الأرضية ... حيث أنه تم صنع أول قنبلة ذرية عن طريق تلك المعادلة، حيث أنها كانت المبدأ الذى اهتدى به العلماء إلى القنبلة الذرية التى أحدثت ثورة علمية هائلة لم يكن يتخيلها أحد".

وفى هذه الصفحات القليلة القادمة سنتعرف على القنبلة الذرية من حيث تكوينها، وخصائصها، واستخداماتها ...

القنبلة النووية

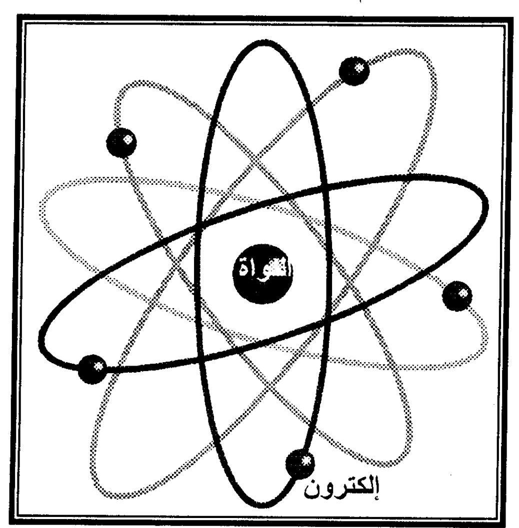
عندما تشاهد عامل البناء وهو يبنى حائطا ما، فإنك تلاحظ أنه يضع حجرا فوق الآخر ولكى يربط بين هذه الأحجار فإنه يضع مادة أسمنتية تسمى الملاط "المونة"، وهذه المادة تعمل على جذب كل حجر بالآخر مما يؤدى فى النهاية إلى وجود حائط متماسك ومتين وبالتالى فإنه عند بناءنا ناطحات السحاب مثلا فإنها عبارة عن كمية مهولة من الأحجار المتماسكة وبالتالى نجد أن الحجر هو وحدة البناء الرئيسية فى أى عمارة أو بناية.

ولكننا إذا نظرنا داخل الحجر نفسه فإننا نجده يتكون من ملايين من الذرات المتماسكة مع بعضها البعض وبالتالى نجد أن الذرة هى وحدة البناء وليس الحجر، وبالتالى تخيل كمية الذرات وعددها المهول الموجودة فى ناطحة سحاب مثلا!!.

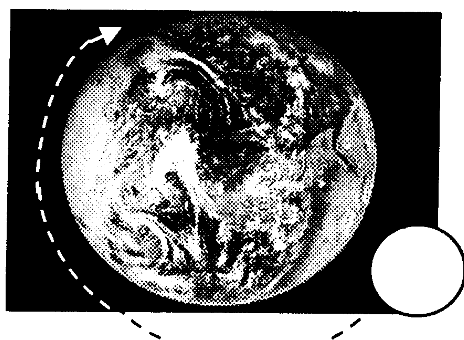
وأيضا نجد أن جميع الأشياء الموجودة فى الكون تتكون من ذرات صغيرة لا ترى بالعين المجردة وهى مرتبطة مع بعضها البعض بواسطة قوى جذب تشبه تماما الأسمنت "المونة"، الذى يربط بين كل حجر والآخر.

ومنذ قديم الزمان والإنسان يعرف الذرة ولكنه كان مقتنعا تماما بأن الذرات مصمتة "أى لا يوجد بها فراغ" وأيضا لا يمكن أن تنقسم الى ذرات أصغر منها، وكانت معنى كلمة الذرة هو:

"تلك المادة التى لا يمكن أن تنقسم".

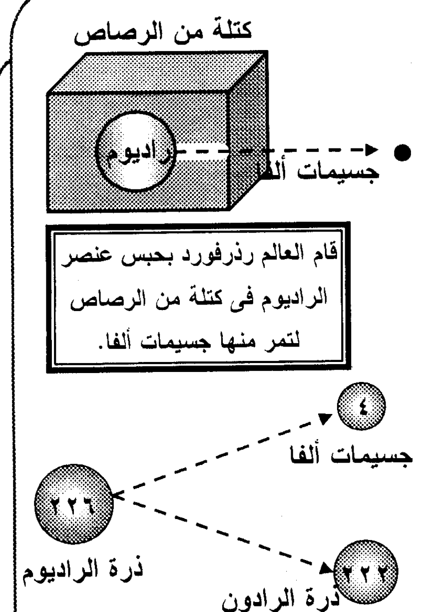


الذرة ومحتوياتها


الأرض وتابعها القمر

وظل هذا الاعتقاد سائدا حتى نهاية القرن التاسع عشر عندما درس عالم الفيزياء الإنجليزى "ج.ج. تومسون" سلوك التيار الكهربى وهو يمر خلال أنبوبة أفرغمنها الهواء فاكتشف أن التيار الكهربى يتكون منه جزيئات سالبة الشحنة "تسمى الآن بالإلكترونات"، وتوصل هذا العالم إلى أن الإلكترونات تأتى

من داخل الذرات وبالتالى اتضح أن الذرة تتكون من عدة أشياء مجتمعة وليست عبارة عن كرة مصمتة وأيضا فى نفس الوقت استطاع بعض العلماء من تحطيم الذرة وانقسامها إلى ذرات أصغر منها وخرج من هذه الذرات جسيمات إشعاعية أصغر منها وسميت هذه الأشعة بجسيمات "ألفا".



قام العالم رذرفورد بحبس عنصر الراديوم فى كتلة من الرصاص لتمر منها جسيمات ألفا.

وهذه التجارب أثارت دهشة العلماء حيث أن اكتشاف الإلكترونات السالبة الشحنة يعنى أن الذرة تتكون من جسيمات أصغر منها وهذا عكس ما كان يعتقد العلماء وأيضا تحطيم الذرة إلى ذرات أصغر منها وخروج جسيمات "ألفا" يعنى أيضا أن الذرة تتحطم وهذا عمل على تغيير تفكير العلماء مما جعلهم يفكرون بأنه لابد من وضع تصور للذرة نفسها لأنه لا يمكن رؤيتها.

فى حوالى عام ١٩١١م استطاع العالم "رذرفورد" فى وضع تصور للذرة وذلك بأنه قام بتجربة مثيرة جدا، حيث أنه سلط أشعة "ألفا" الناتجة من تحطيم الذرات على رقاقة ذهبية، وكانت النتيجة مدهشة حقا حيث استطاعت جسيمات "ألفا" أن تخترق الرقاقة الذهبية

كما لو أنها غير موجودة ولم ينعكس من هذه الأشعة إلا مقدار ضئيــل جدا.

فهل تعرف لماذا حدث ذلك؟

هذا السؤال حير العالم "رذرفورد" حتى وضع إجابة مقنعة لـــه وهى أن الذرات فى الرقاقة الذهبية ليست مصمتة وإنما تتكون أساســا من مكان فارغ حيث أنه يوجد فى مركز كل ذرة شيئا صغيرا نســبيا ولكنه ثقيل يوجد فى المنتصف يسمى النواة.

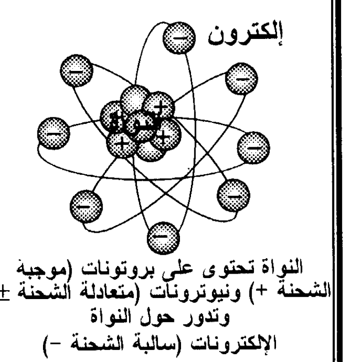
وهذه النواة هى التى عكست أو جعلت الجزء الصغير من الأشعة يرتد إلى الخلف من أشعة "ألفا".

وبواسطة قانون الجذب والتنافر وهذا القانون يقول:

"الشحنات المتشابهة تتنافر والشحنات المختلفة تتجاذب".

ولكى تستوعب ذلك القانون انظر إلى أقطاب المغنــاطيس فــإذا وضعت قطبين متشابهين أمام بعضهما فإنهما يتنافرا ويرتـــدا أمــا إذا وضعت قطبين غير متشابهين فإنهما يتجاذبا معا. وبالتالى نجد من ذلك أن هناك نوعين من الشحنات هما شحنة موجبة وأخرى سالبة.

تكوين الذرة



النواة تحتوى على بروتونات (موجبة الشحنة +) ونيوترونات (متعادلة الشحنة ±) وتدور حول النواة الإلكترونات (سالبة الشحنة -)

تتكون الذرة من نواة فى المنتصف يدور حولها عدد من الإلكترونات على مدارات مختلفة. ولتبسيط ذلك انظر إلى تكوين المجموعة الشمسية فإن الشمس تشبه النواة الموجودة فى المنتصف أما الّنواكب فإنها تشبه الإلكترونات التى تدور فى مدارات حول النواة ولكن سرعة الإلكترونات كبيرة جدا ومن شدة هذه السرعة فإنها تشبه السحابة حول النواة.

لقد علمنا أنه يوجد فى الذرة إلكترونات وهى سالبة الشحنة ولكننا نجد أن الذرة متعادلة، وبالتالى حتى تكون الذرة متعادلة "أى ليست سالبة الشحنة أو موجبة الشحنة"، فإنه لابد أن يوجد شحنة موجبة فى النواة تعمل على تعادل شحنة الذرة وهذه الجسيمات الموجبة تسمى البروتونات.

البروتونات

البروتونات جسيمات موجبة الشحنة (+) داخل نواة الذرة نفسها ونجد أن عدد من العلماء قد تمكنوا من معرفة جسيمات أخرى داخل نواة الذرة تسمى "بالنيوترونات" "وهى خالية من الشحنات الكهربية (±)" و"البروتونات" و"النيترونات" تتلازم داخل حويصلة قطرها يبلغ جزء من مليون مليون جزء من السنتيمتر، وهذه الحويصلة ما يسميها العلماء بالنواة الذرية ونتيجة لأن النيوترونات عديمة الشحنة وهى متعادلة كهربيا فإن نواة الذرة تكون موجبة بسبب البروتونات الموجبة الشحنة.

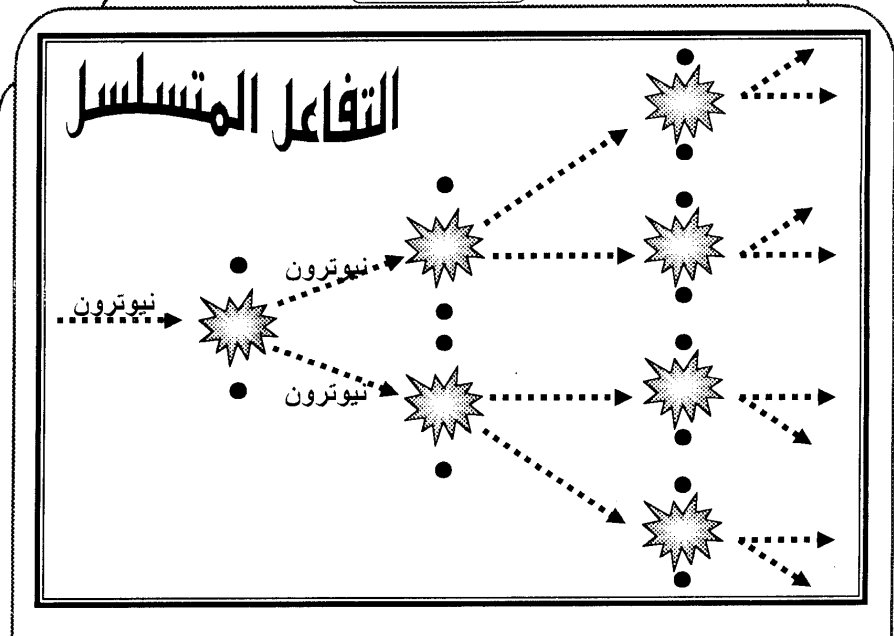
وكان لاكتشاف النيوترونات أهمية عظيمة وذلك لأنه عند قذف الذرة بأشعة "ألفا" "الموجبة الشحنة" يرتد جزء من هذه الأشعة للخلف ويخترق الباقى الرقاقة الذهبية.

وتفسير ذلك أن النواة موجبة الشحنة أيضا "بسبب البروتونات الموجبة الشحنة" ولكن أشعة "ألفا" موجبة الشحنة أيضا وتبعا لقانون الجذب والتنافر "فالشحنات المتشابهة تتنافر" فإنه يحدث تنافر بين أشعة "ألفا" ونواة الذرة بينما "النيوترون" الخالى من الشحنات الكهربية لا يتأثر "بالإلكترونات" ولا "بالبروتونات" ولا يمكن إيقاف حركته إلا باصطدامه بالنواة الذرية وعلى ذلك فهو أفضل القذائف التى يمكن أن تشطر النواة الذرية.

واستفاد العلماء من قذف النواة بالنيوترون وكان منهم "أوتوهـان" و"فريتز شتراسمان" وهما ألمانيان وكان ذلك عام ١٩٣٨ حيث أنـــهما استطاعا شطر نواة اليورانيوم إلى جزأين وكان ذلك كشفا مذهلا فقـــد كان العلماء يعرفون أن الذرة عند قذفها تخرج منها جسيمات متناهيــة فى الصغر "مثل جسيمات ألفا" ولكن فى هذه المـــرة انشــطرت إلـــى كسرتين متعادلتين تقريبا أى أنها كونت نواتين لمادتين مختلفتين مثـــل "الكريبتون والباريوم" وهاتان الكسرتان النوويتان تحتويان على العديــد من البروتونات "حيث أن نواة اليورانيوم بها ٩٢ بروتونا ولما كـــانت البروتونات بها نفس الشحنة الكهربية فإنها تتنافر بطاقة وسرعة هائلــة مولدة أثناء ذلك قدرا كبيرا من الحرارة وسمى ذلك "بالانشطار النووى"

التفاعل المتسلسل

بدراسة انشطار ذرة اليورانيوم اكتشف العلماء ظـــاهرة أخـــرى ذات أهمية تفوق التصور ذلك أن نواة اليورانيوم أثناء انفجارها يخـــوج منها من ٢-٥ نيوترونات سريعة جدا، وتتحرك داخل كتلة اليورانيـــوم وتستطيع اختراق نوى الذرات المجاورة لليورانيوم وشطرها، ونتيجـــة لهذا الانشطار تخرج نيوترونات أخرى وبسرعات كبيرة أيضا وتشطر العديد من الذرات الأخرى وتستمر هذه العملية مرات ومرات عديـــدة وتسمى هذه الظاهرة "بالتفاعل المتسلسل" أو "الانشطار المتسلسل".



ينتج عن هذا التفاعل كمية رهيبة من الطاقة النووية، حيث إن الطاقة المنبعثة من انشطار كيلوجرام واحد من اليورانيوم تساوى كمية الطاقة التى يمكن الحصول عليها من احتراق ما يزيد عن ٩٠٠,٠٠٠ كيلوجرام من الفحم الحجرى، فتخيل مدى ضخامة كمية الطاقة التى يمكن الحصول عليها من انشطار الذرات. ولحسن الحظ فإن الإنسان تمكن من تلطيف حدة الانفجار أو بمعنى آخر تخفيف سرعة الناتج من الانفجار من لحظة متناهية فى القصر إلى فترة طويلة تمتد فى المفاعلات الذرية إلى مدد طويلة جدا تصل إلى شهور وفى بعض الأحيان إلى سنوات، وكل ذلك فى مفاعلات ذرية ضخمة تستخدم فى توليد الطاقة الكهربائية وخدمة البشرية بدلا من الحرب والدمار.

المفاعل الذرى

هو عبارة عن قنبلة ذرية ولكن يستطيع العلماء التحكم فى حـدة انفجارها وشدتها.

وقد يعتقد البعض أن التحكم فى حدة القنبلة الذرية شيء صعـب أو شبه مستحيل وذلك لأنه يعلم أن القنبلة الذرية لـها انفجـار قـوى وشديد، وأنها عندما تنفجر ستدمر المبنى الموجودة فيه ... ولكن هناك قاعدة علمية ثابتة يعلمها الجميع، وهى أنه لا يوجد شيء اسمه مستحيل ولنسترجع ما قلناه عن القنبلة الذرية فى الباب السابق، وسـنجد أنـها ببساطة عبارة عن قذف ذرة اليورانيوم بنيوترون "متعادل الشحنة" ومن المعروف أن ذرة اليورانيوم لها خاصية مميزة حيث أنه عنـد قذفـها بنيوترون، فإنها تقذف نيوترونين تلقائيا بنفس سرعة النيترون المقذوفـة به، وبالتالى هذان "النيترونان" يعملان على قذف ذرتين جديدتين فينتـج أربع نيترونات يقذفون أربع ذرات جديدة وهكذا تستمر العملية، ويسمى ذلك بالتفاعل المتسلسل وينتج عنه كمية كبيرة من الحرارة تعمل مـن قوتها إلى تحويل الرمل لزجاج فى ثوان معدودة ... ونجد أن المفـاعل الذرى هو عبارة عن قنبلة ذرية عادية، ولكن يستطيع العلماء السـيطرة على شدة انفجارها.

ولنضرب مثالا بسيطا لذلك لتبسيط فكرة عمل المفاعل الذرى... سنتصور أن لدينا كمية كبيرة من الفحم وأشعلناها كلها مرة واحدة ...

ماذا سيحدث؟

سنجد أنه ستنتج نارا هائلة من جراء ذلك ولكن ماذا سيحدث إذا أخذنا كمية بسيطة من الفحم وأوقدناها ...

ماذا سيحدث؟

سنجد أنه ستنتج نارا ضئيلة جدا.

ما سبق هو تبسيط لفكرة عمل المفاعل الذرى حيث أننا نجد أن السبب الرئيسى فى حدوث انشطار الذرات هو النيترون الذى يقذف ذرات اليورانيوم.

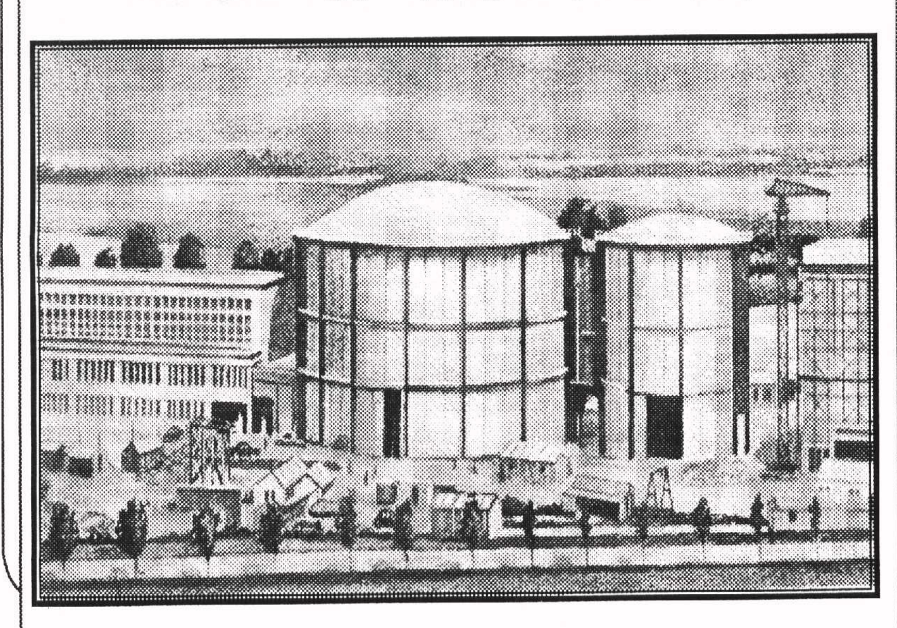
فماذا يحدث لو لم تصطدم النيترونات بالذرات؟

سنجد انه لن يحدث تفاعل أبدا ولن تنتج الحرارة.

اكتشف العلماء أن عنصرى "البورون والكاديوم" لهما خاصية مميزة عن غيرهما من العناصر، حيث وجد أنهما يمتصان نيترونات كما يمتص الإسفنج الماء ... ولهذا فكر العلماء فى وضع هذه العناصر فى منتصف ذرات اليورانيوم لتمتص النيترونات ولا يحدث التفاعل الهائل للقنبلة الذرية، ولكن يحدث تفاعل بطىء جدا، ذلك لأن انفجار القنبلة الذرية يحدث فى ثوان معدودة، ولكن بواسطة عنصرى "البورون والكادميوم" تطول فترة التفاعل إلى فترة طويلة جدا تمتد إلى شهور وسنين، وهذه العملية تسمى بالانشطار المحكوم.

شكل المفاعل الذرى

المفاعل الذرى عبارة عن كتلة من الجرافيت محاطة بجدران من الخرسانة لمنع الإشعاعات النووية من الانتشار فى الخارج، وبعد ذلك عمل العلماء على وضع "البورون والكادميوم" داخل كتلة الجرافيت على شكل قضبان أسطوانية الشكل صغيرة الحجم، يتحكم فيها العلماء برفعها أو انخفاضها حيث أنه عند رفعها لأعلى يزداد التفاعل الذرى فترتفع درجة حرارة المفاعل، بينما عندما تنزل القضبان لأسفل فإن التفاعل الذرى يقل بشدة وتنخفض درجة حرارة المفاعل.



المفاعل النووى من الخارج

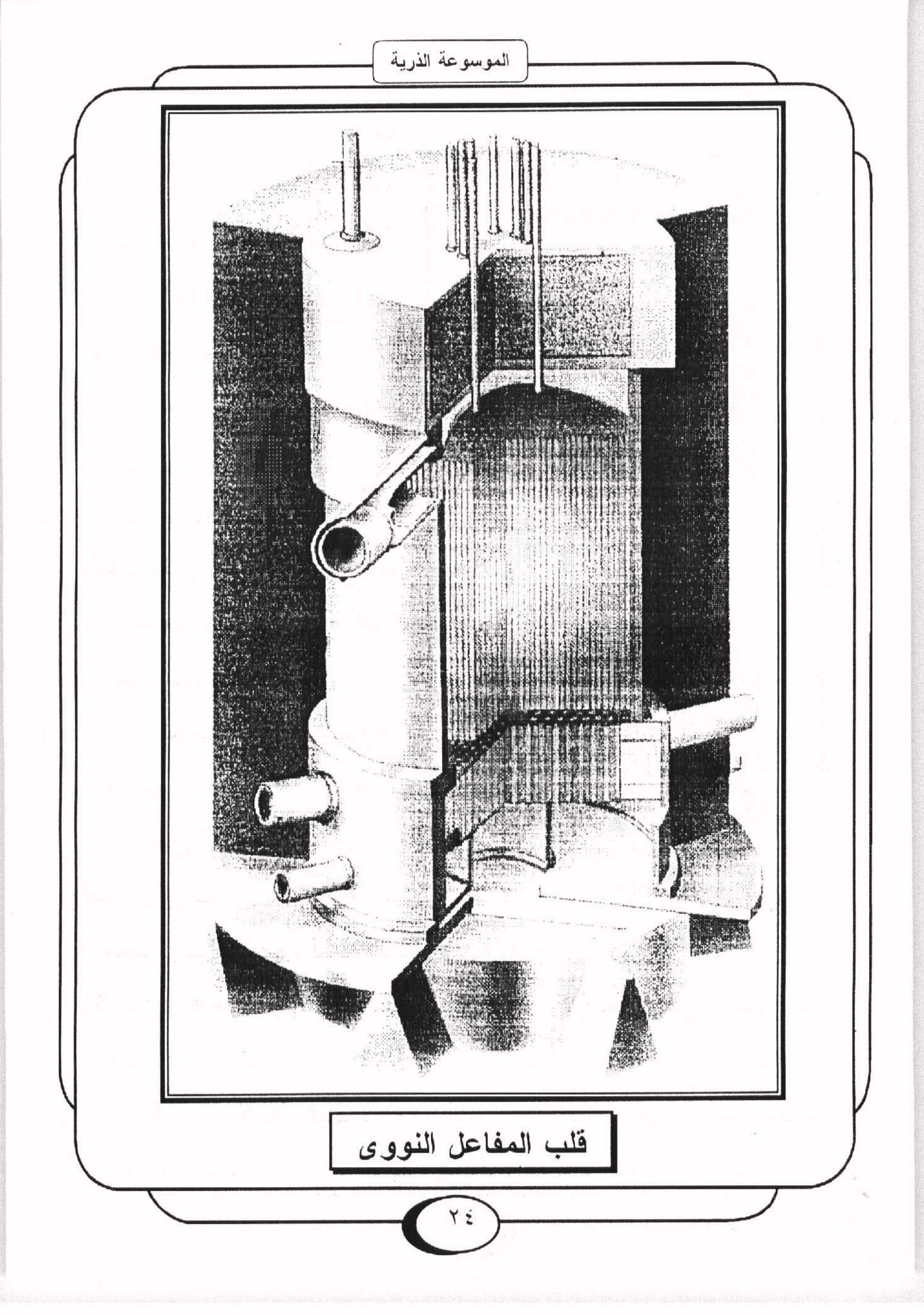
قلب المفاعل الذرى

قضبان اليورانيوم وهى نازلة

قضبان اليورانيوم وهى صاعدة

ولتبسيط فكــــرة عمــل قضبان "البورون والكـــادميوم" فلنتخيل شكل بوابات القنـــاطر الخيرية الموضوعة على النيل، حيث نجد أنها توضــــع علــى مجرى النيل، وعندمـــا ترفــع لأعلى يزيد اندفاع المـــاء فـــى مجرى النيل، وعندمـــا تــنزل لأسفل تغلق المجرى وتحجـــز المياه خلفها وتمنع اندفاع المـــاء فى مجراها.

ونجـــد أن "البـــــورون والكادميوم" اللـــذان يوضعـــان لامتصاص النيترونات فى المفاعل يوضعان على هيئة قضبان عمودية تماما كبوابـــات القنـــاطر، وعندما يريد العلماء زيادة التفاعل فإنهما يرفعان قضبان "البـــورون أو الكادميوم" فيحدث زيادة فى عدد النيترونات التى تعمل على زيادة فـــى انشطار ذرات اليورانيوم، وبالتالى تزاد الحرارة الناتجة، أمـــا عندمـــا تنزل القضبان لأسفل فإنها تمتص النيترونات "كالماء فى النيـــل عنـــد إغلاق البوابات" ... وبهذا الشكل يستطيع العلماء التحكم فى كمية



قلب المفاعل النووى

الحرارة الناتجة فى قلب المفاعل عن طريق رفع أو خفض قضبان "البورون أو الكادميوم".

وبهذه الطريقة استطاع العلماء التحكم فى نشاط القنبلة الذرية، واستطاعوا الحصول على طاقة كبيرة استخدموها فى توليد الكهرباء.

وهنا يتبادر على الأذهان سؤال هام وهو:

"الناتج من المفاعل الذرى هو كمية كبيرة من الحرارة فكيف تتحول تلك الحرارة إلى الكهرباء؟"

وهنا يجب أن نعرف تركيب شئ بسيط جدا وصغير وهو "الدينامو" "أو المولد الكهربائى".

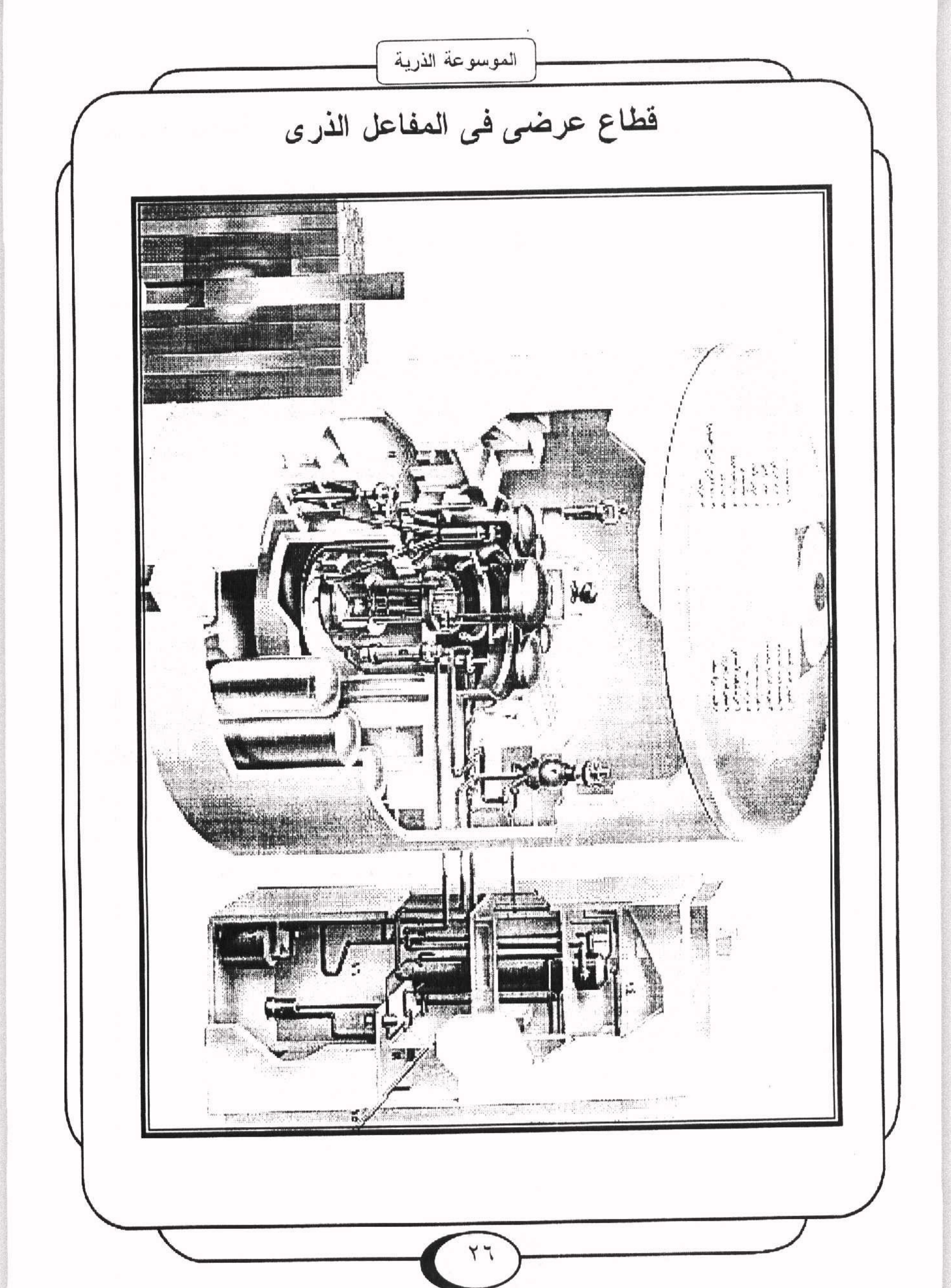
وهذا الدينامو نجده موضوع فى الإطار الخلفى للدراجة ونجد أنه عندما تسرع الدراجة من سرعتها فإن الإطار يسير بسرعة كبيرة ويلف الإطار ومعه رأس الدينامو فيضاء مصباح الكهرباء الموجود فى الدراجة.

ولنتخيل معا ماذا يحدث لو زاد حجم الدينامو ...

أليس فى استطاعته أن يضىء أكثر من مصباح؟

الإجابة ستكون "نعم" بالطبع يستطيع الدينامو فعل ذلك ... حسنا

قطاع عرضى فى المفاعل الذرى



فماذا يحدث لو أصبح هذا الدينامو فى حجم حجرة كبيرة؟

فكم مصباح سيضئ؟

سنجد أنه يستطيع أن ينير آلاف المصابيح، وهنا سيتبادر على الأذهان سؤال آخر وهو:

أى دراجة تلك التى تستطيع دوران دينامو فى حجم الحجرة؟

وهنا يأتى دور المفاعل الذرى ... سنجد أن المفاعل الذرى سيحل محل راكب الدراجة، ويعمل على دوران هذا الدينامو الكبير، وهنا يأتى سؤال اخر وهو:

كيف يستطيع المفاعل الذرى دوران إطار الدراجة الكبير وهو عبارة عن حرارة عالية فقط"؟

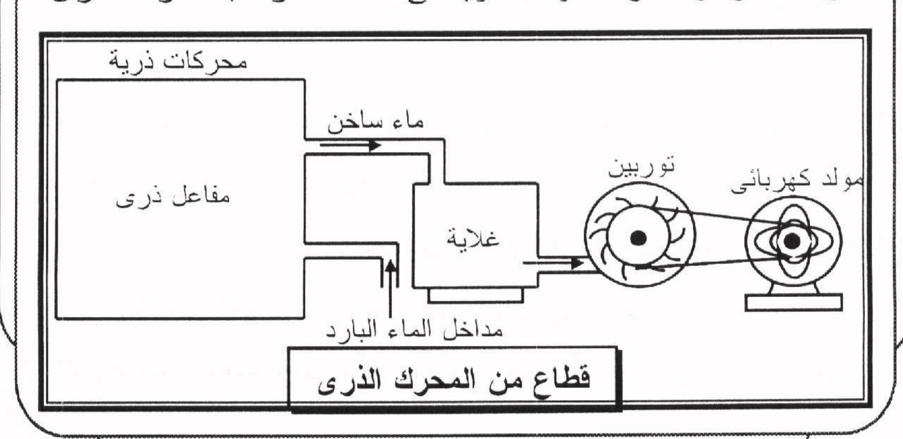
الحرارة المرتفعة داخل المفاعل الذرى تستطيع أن تبخر كمية هائلة من الماء، الذى ينتج عنه كمية خرافية من بخار الماء الذى يندفع بسرعة جنونية لا مثيل لها، وأثناء اندفاع بخار الماء بهذه السرعة يعمل على دوران "ريش" الدينامو الكبير الحجم الموجود خارج المفاعل، ويدور الدينامو بسرعة جنونية، فينتج عن ذلك كمية هائلة من الكهرباء تستطيع أن تغذى مدن بأكملها.

وسنجد أن فكرة عمل المفاعل الذرى هى بذاتها فكرة عمل السد العالى، ذلك لأن اندفاع الماء فى السد العالى يعمل على دوران الريش أو التوربينات، وهذه تعمل على دوران الدينامو الكبير "أو المولد

الكهربائى" فينتج عن ذلك كمية كبيرة من الكهرباء تعمل على إضـــاءة مدن مصر بأكملها.

استخدامات الطاقة الذرية

وهناك استخدامات أخرى للمفاعل الذرى، وذلك مثل المحـــرك الذرى، والذى استخدم فى تحريك الغواصات التى أطلق عليـــها اســم الغواصات الذرية ... كما استخدم فى تحريك القطار والذى أطلق عليه أيضا القطار الذرى ... ونجد أن العملية بصفة عامة سهلة جدا حيـــث يوصل سائل إلى قلب المفاعل الذرى عن طريق أنابيب ضخمة وسواء كان ذلك السائل ماء طبيعى أو معادن سائلة "كالصوديوم" أو "البيزموت" أو "الهواء" أو "ثانى أكسيد الكربون"، فجميعها تتعرض للحرارة الشديدة من قلب المفاعل الذرى وهى بداخل الأنابيب فتنتج عن ذلك كمية هائلة من البخار تعمل على دوران أى شىء سواء كان محـــرك ســفينة أو محرك قطار أو محرك غواصة ويسمى ذلك المحرك بالمحرك الذرى.



قطاع من المحرك الذرى

مزايا المحرك الذرى

للمحرك الذرى مزايا كثيرة، حيث أن قطعة صغيرة من اليورانيوم تحتوى على قدر هائل من الطاقة، بينما نجد أن الآلة البخارية العادية تستهلك أطنانا كبيرة من المازوت أو الفحم أو البنزين، فمثلا يمكن إضاءة جميع مساكن مدينة طنطا لمدة عام كامل باستخدام عشرة كيلوجرامات من اليورانيوم.

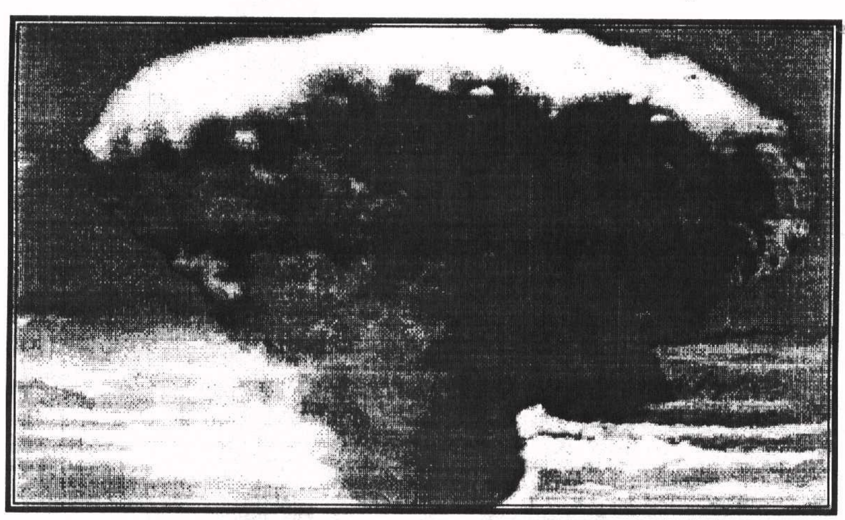


الغواصة ذات المحرك النووى

الطاقة النووية في مراحلها الأولى

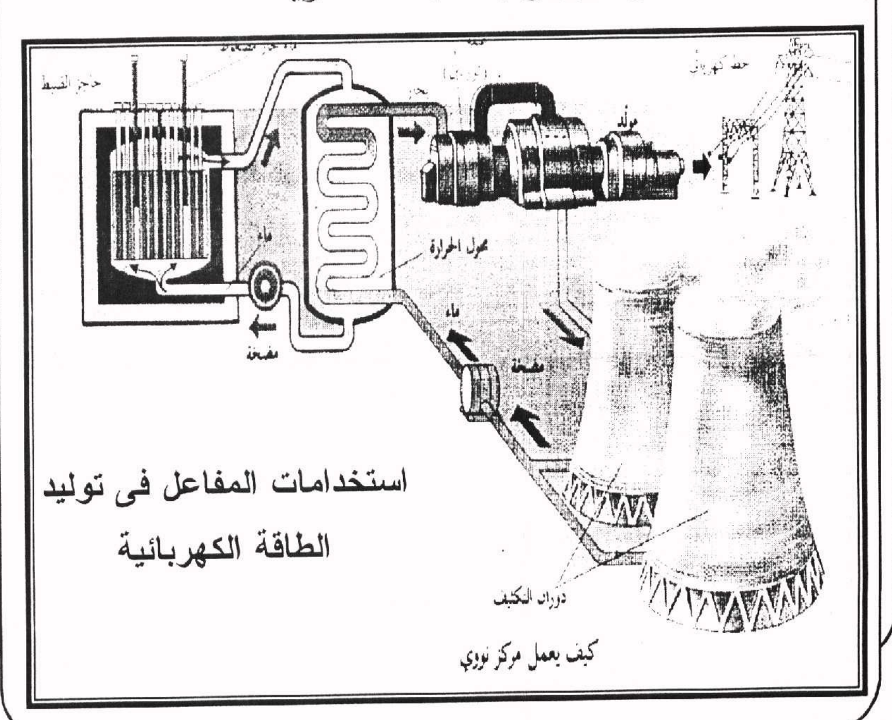
كان بدء استثمار الطاقة النووية الأولى عام ١٩٤٢ فى أمريكـــا، ففى هذا التاريخ أنشأت مجموعة من الفيزيائيين برئاسة العالم الإيطـــالى "أنريكو فارمى" المفاعل النووى الأول فى شيكاغو، وقد عرف آنـــذاك باسم "الفرن الذرى".

هذا الجهاز مكن الإنسان وللمرة الأولى من تفكيك النواة الذريـــة بشكل صحيح كليا وقد تم إطلاق الكمية الهائلة من الطاقة المحبوسة فى المادة (فالطاقة التى يمكن أن تندفع من الذرات التى يحتويها جرام واحد من "اليورانيوم" تساوى تلك التى يمكن أن تنتج عن اشتعال ســـتة آلاف طن من الفحم).

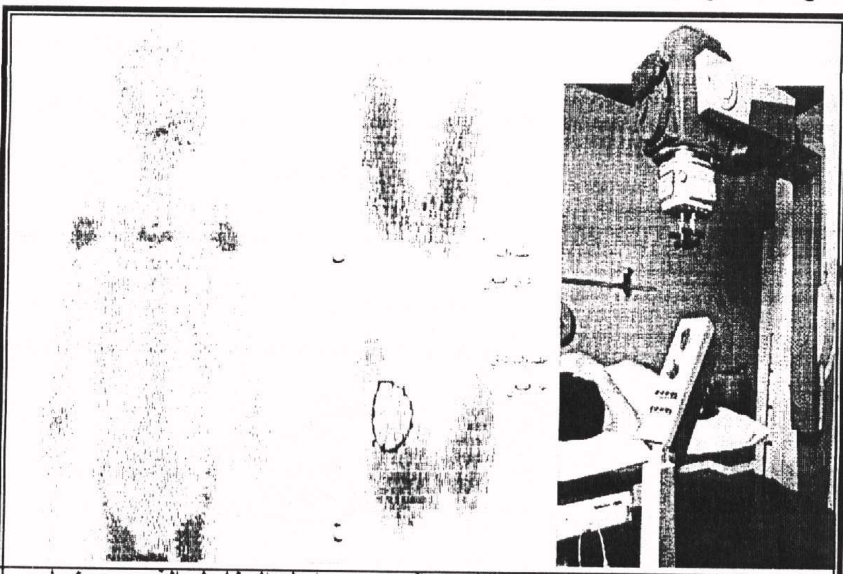


منظر للهب المتصاعد من القنبلة الذرية ويسمى بسحابة "عيش الغراب"

وأول استعمال للطاقة النووية كان مع الأسف بشكل سلاح فتاك، هو القنبلة النووية وذلك عام ١٩٤٥ حيث ألقيت قنبلتان ذريتان على اليابان: الأولى استهدفت "هيروشيما" والثانية "ناجازاكى"، وأما استخدام الطاقة النووية للأغراض السلمية فلم يبدأ إلا بعد تسع سنوات، ففى عام ١٩٥٤ تم إنشاء أول مركز نووى لإنتاج الطاقة الكهربائية فى الاتحاد السوفيتى. وفى الولايات المتحدة، احتفل بإنزال أول غواصة تسير بقوة الذرة وأطلق عليها اسم "نوتيليس"، وفى عام ١٩٥٦ أنشئ فى إنجلترا أول مركز كهربائى أوروبى يعمل بالطاقة الذرية.



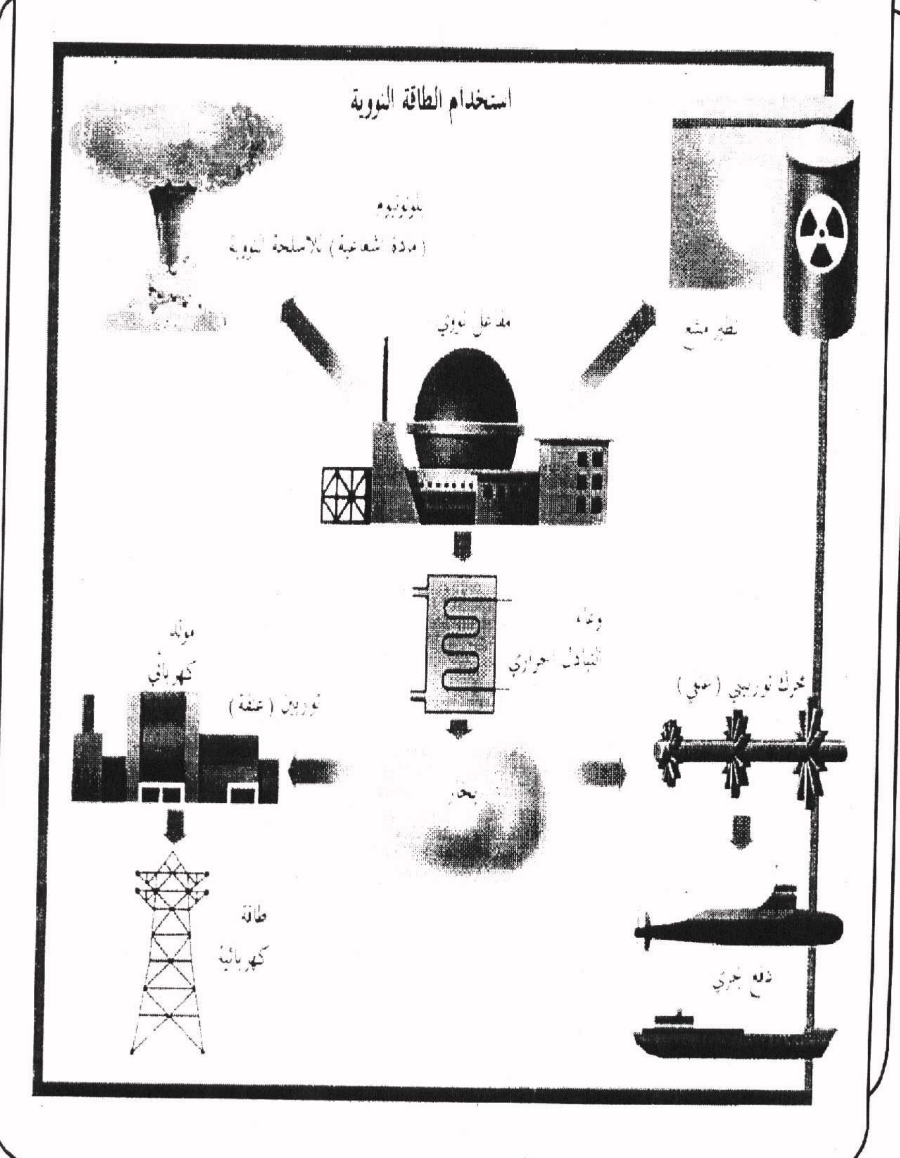
والمفاعل النووى يتيح استثمارا مضبوطا للطاقة التـــى تخــرج بشكل حرارة، والتى تنجم عن التحول من جراء تحطيم بسيط لكتلة من الذرات تتعرض للانشطار.



الاستخدامات الطبية للنظائر المشعة وتنتج داخل المفاعل الذرى ومنها (الكوبلت المشع الذى يستخدم لعلاج السرطان) فهناك جهاز يدعى مولد أشعة جاما يستخدم لعلاج المرضى.

فالمحطات النووية تستنفذ اليورانيوم الطبيعى الذى بدأ مخزونــه العالمى المستثمر اقتصاديا، محدود الكمية. لذلك يتوقــع فــى الســنين القادمة، أن تنتج مفاعلات نووية ذات توليد سريع، مما يتيــح، خــلال التفاعل، الحصول على كمية جديدة من الوقود الذرى أكبر من تلك التى استهلكت أصلا.

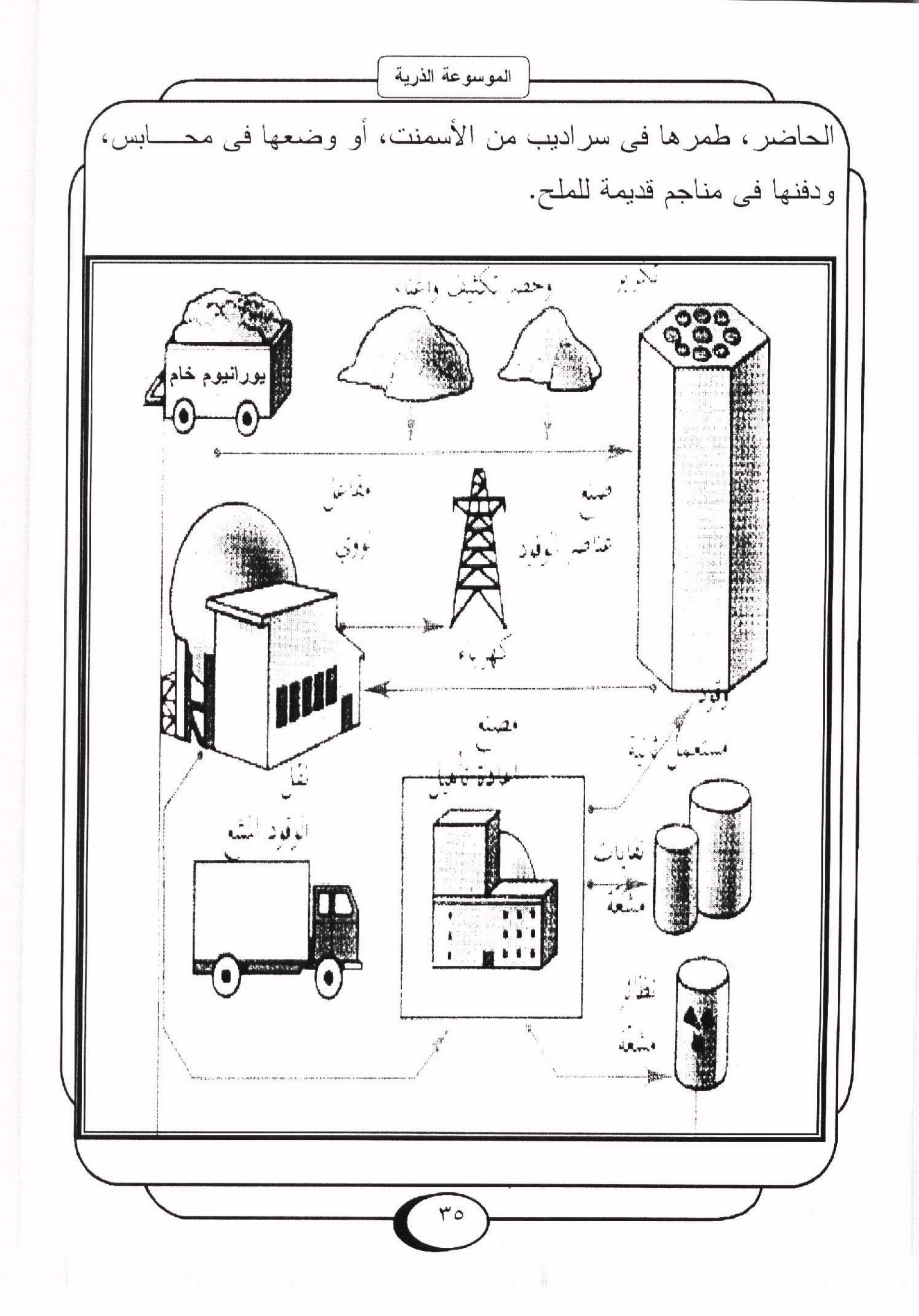
الاستخدامات المتعددة للمفاعل الذري



دورة اليورانيوم وخطر النفايات الذرية

يوجد نوعان من اليورانيوم، نوع من نظائره المشعة يسمى ٢٣٨ وهو غير قابلة للانشطار الذرى بعكس النظير الآخر الذى يسمى ٢٣٥، والذى يقبل الانشطار النووى ونعثر عليه فى طبقات الأرض بنسبة ضئيلة جداً تصل إلى "٠,٧% تقريباً". ولكى يعمل اليورانيوم كوقود ذرى، يجب تكثيفه من ثلاثة إلى ستة أضعاف على الأقل. وعملية التكثيف هذه تتم فى إنشاءات خاصة، وبفضلها نحصل بالتالى على العناصر الوقودية التى تلقى فى المفاعل فتشتعل دون خمود، سنوات عدة وبوجه عام ثلاث سنوات، وبعد انقضاء هذه المهلة، ينفذ الوقود لأن قسماً كبيراً من اليورانيوم ٢٣٥ يكون قد استهلك. وبات استبداله ضرورياً. وهنا تبرز مشكلة النفايات الذرية. فالوقود الإشعاعى الذى مازال يحتوى على كمية ضئيلة من اليورانيوم ٢٣٥، هو غنى كذلك بمواد ناتجة عن الانشطار الذرى، منها نظائر من "البلوتونيوم". فالوقود الإشعاعى هذا يعاد استخراج "اليورانيوم والبلوتونيوم" منه، أما النفايات المتبقية بعد ذلك، فهى تشتمل على نفايات ذات إشعاع قوى ومدمر، وخطرها يظل مستمراً لآلاف السنين. لذلك يقتضى عزلها فى مكان بعيد عن الإنسان والحيوان والنبات وذلك حتى لا تؤثر إشعاعاتها المدمرة عليهم، وهذه الطريقة أوفر أمناً وأكثر دقة، ويتم فى الوقت

الحاضر، طمرها فى سراديب من الأسمنت، أو وضعها فى محـــابس، ودفنها فى مناجم قديمة للملح.



مشاكل الانشطار النووى

لقد واجه الرأى العام، خلال السنوات الأخيرة. تحركاً واسعاً فى كثير من البلدان حول مشاكل الاختيار الأفضل لمجالات الطاقة.

وبات محتماً وجوب الحد من استهلاك الوقود التقليدى، ولاسيما النفط، كيلا يصاب الاحتياط المحدود بشكل مفرط. وهذا مما حمل الحكومات، بصورة طارئة للتصدى لاستثمار مصادر أخرى للطاقة البديلة التى يسهل اختيارها. وهنا نوجه اهتمام الجميع إلى الطاقة النووية والطاقة الشمسية فاعتماد الأولى يستتبع بناء مراكز كبيرة للكهرباء النووية فى الوقت الذى تعرض فيه نماذج عدة لاستثمار الثانية (مراكز شمسية، صفائح شمسية، تحويل الكتل إلى وقود ..).

والمشكلة الأساسية قائمة على معرفة المدى الذى يمكن معه اعتماد الواحد أو الآخر من مصدرى الطاقة: النووى والشمسى، أو الاثنين معاً لسد الحاجات المتزايدة إلى الطاقة، وهذه الحاجات ما برحت تطرح نفسها كمشكلة وأيا كان الحل المعتمد، فهو ذو انعكاسات سياسية وصناعية واجتماعية، لأن هناك مصالح اقتصادية جبارة ستلقى فى مهب الريح.

إن مشكلة اختيار الطاقة تستتبع مجادلات ومناقشات تجرى إليها الحكومات والأحزاب السياسية والشركات والصحف والمسلسلات التليفزيونية. والتكنولوجيين وعلماء البيئة.

فكل هذا يُحدث انقساماً حاداً داخل بعض البلدان. فالآراء تتوزع. فى الواقع بين مؤيد ومعارض للطاقة النووية. ولنستعرض الآن بعض الآراء المؤيدة والمعارضة لاستخدامات الطاقة الذرية:

المؤيدون



١- تعد اليوم، الطاقة النووية، تكنولوجيا للاستثمار السائد حالياً وتوسيع مجال استثماره، وبالمقابل يقتضى الانتظار بعض الوقت حتى تصبح الشمس مصدراً للطاقة فيتم التمكن من تحقيق التحولات اللازمة على مستوى التكنولوجيا ومقتضيات الأسس الاقتصادية. وفى غضون ذلك، يلوح خطر النقص فى الطاقة والسبيل الوحيد لاستدراكه هو اللجوء إلى المراكز النووية.

٢- توفر المراكز النووية أمنا ثابتا. فمقاييس البناء ترمى إلى تأمين مجال أمنى إلى حد لا يحتمل معه عمليا وقـوع أى حـادث مثـل تسرب إشعاعى بطريقة خاطئة قد تنتج بفعل هزات أرضيـة ممـا يؤدى إلى تصدع مبنى المفاعل ... إلخ من تلك الاحتمالات.

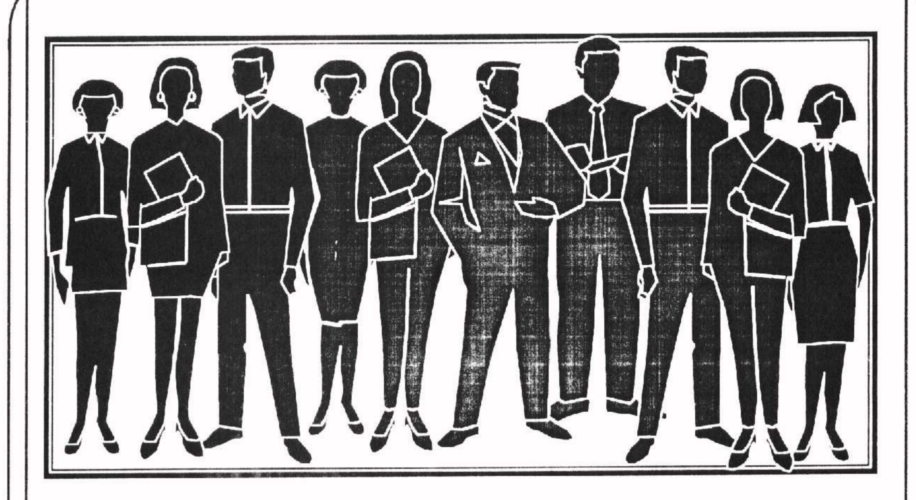
٣- المراكز النووية لا تلوث الجو بمواد كيماويـة، وذلـك عكـس المراكز العاملة على المازوت أو الفحم، تلك التى تشكل مصـادر هامة لتلويث الهواء بنوع خاص من الملوثات التى يصعب الحيـاة معها مثل حمض الكبريتيك، وذرات المعادن الثقيلة مثل الرصـاص ونظائره، والحمض الفحمى... وكل تلك الملوثات أثرت بتـأثيرات قاتلة ومميتة للحياة الطبيعية على الأرض.

٤- المراكز النووية لا تنهك موارد الأرض. ذلك أنها لا تسـتهلك فى الواقع سوى كمية ضئيلة جدا من اليورانيوم. إذا قيست بالكميات الهائلة من النفط والفحم التى تحترق فى المراكز الحرارية للكهرباء. وهذا النمط من المراكز النووية لا يطرح مشاكل صعبة لنقل المواد الأولية.

٥- إن المراكز النووية تتيح الحصول على الطاقة بسعر أقل ممـا يستوجبه الحصول عليها من المراكز التقليدية.

٦- من المتوقع أن تضع الاستراتيجية النووية فى العمل، مفـاعلات ذات توليد سريع من شأنها إنتاج وقود أكثر مما تستهلك فيتوفر بذلك مصدر للطاقة لا ينضب.

الرافضون



١- ليس صحيحا أنه لا يمكن الاستغناء عن الطاقة النووية كما تروج لذلك طائفة من المنتفعين الصناعيين والاقتصاديين والسياسيين المشرفين على القطاع النووى من مناجم يورانيوم إلى مصانع المفاعلات النووية إلى مصانع معالجة النفايات ...إلخ من تلك الأشياء.

٢- ليس حقيقة أيضا أن المراكز النووية اقتصادية أكثر من المراكز العاملة على الفحم، إنما العكس هو الصحيح، إذا زادت تكلفة المراكز النووية على تكلفة الإنشاءات التقليدية خلال السنوات العشر الأخيرة.

٣- لا توفر المراكز النووية أية ضمانات أمنية كما تشهد مجموعة من الحوادث كما حدث فى الولايات المتحدة فى أبريل عام ١٩٧٩م. ومازال الخوف مائلا من الانصهار مجددا وتسرب المواد المشعة من داخل المفاعل إلى الجو فى الخارج، مثلما حدث فى مفاعل تشرنوبيل فى الاتحاد السوفيتى "السابق".

٤- إن خطر وقوع الحوادث المريعة يبدو قليل الاحتمال بالنسبة إلى سواه. ومع ذلك، فإذا وقع واحد منها، فالنتائج المترتبة عليه ستكون كوارث وذلك بأن قام المتخصصون بدراسة احتمالية وقوع ذلك بأنه يمكن القضاء على مجموعة تتراوح من خمسة آلاف وخمسين ألف شخص. فهذه التكلفة الاجتماعية الباهظة لا مبرر لها.

٥- لم يتم التوصل بعد، بطريقة آمنة إلى تصريف النفايات المتعذر تصريفها بشكل نهائى، إنما تتراكم بشكل خطير إذ تطمر إما فى آبار تحت الأرض وإما فى حفر تحت مياه البحر.

٦- تتطلب المراكز النووية كميات هائلة من الماء لتبريدها، والماء المفصول يحوى التلوث الخطير، ويعرض الكائنات المائية للخطر.

٧- يجب مراقبة المفاعلات النووية باستمرار لحمايتها من أى اعتداء إرهابى محتمل، أو ضد أى نوع من الأعمال العسكرية، لأنه لو حدث ذلك لتمكنت الجماعات المتطرفة من أسلحة خطيرة تهدد أمن وأمان دول بأسرها.

القنبلة الهيدروجينية

عرفنا فيما سبق عن طريق انشطار ذرة اليورانيـــوم اســتطعنا الحصول على قدر كبير من الطاقة.

أى أننا نستطيع الحصول على طاقة كبيرة عن طريـــق شـــطر أنوية الذرات الثقيلة مثل ذرة اليورانيوم.

فكر العلماء بعمق واستطاعوا التوصل إلى حقيقة علمية أخـــرى غيرت مجرى التاريخ حيث توصلوا إلى أنه يمكن الحصول على طاقة كبيرة جدا عند التحام ذرتين خفيفتين لتعطيا ذرة أكبر نســـبيا منـــها أو بعبارة أخرى، فإن الطاقة تتولد عند تجمع أنوية الذرات الصغيرة معـــا لتعطى ذرة ذات نواة أكبر، ولنـــأخذ مثـــال علـــى ذلـــك ولتكـــن ذرة الهيدروجين، حيث إننا نجدها أبسط ذرة موجودة علـــى وجـــه الأرض حيث أن نواتها لا تحتوى إلا على بروتون واحد به شحنة موجبة يدور حوله إلكترون واحد "لاحظ أنها لا تحتوى علـــى نيـــترون"، ويمكـــن تشبيههما بالأرض وتابعها القمر. ولكن مهلا فإننا عندما نقـــول أنـــها تدور، فيجب أن نتصور حركة بالغة السرعة، لدرجـــة أن الإلكـــترون يوجد فى كل مكان فى كل لحظة، ولذلك وبسبب تلك السرعة المهولـــة فإنه يكون ما يشبه الغلاف السميك، ولقد تمكن العلماء من حساب عـــدد الدورات التى يقوم بها الإلكترون حول النواة بسبعة ملاييـــن ومليـــار

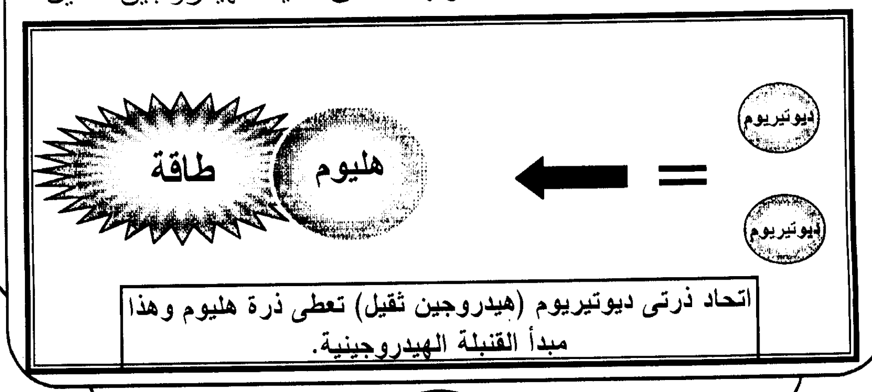
دورة فى الثانية ... وبالرجوع إلى موضوع القنبلة الهيدروجينية مـــرة أخرى نجد أن ذرة الهليوم تحتوى نواتها على ٢ بروتون، و٢ نيوترون و٢ إلكترون، فلنطبق الحقيقة العلمية التى اكتشفها العلماء، فنجـــد أننـــا نستطيع أن نحصل على ذرة هليوم واحدة باندماج ذرتين هيدروجين.

وبالرجوع إلى ذرة الهيدروجين نجد أنها تحتوى على بروتـــون واحد وإلكترون واحد ولا تحتوى على بروتونات، وبالتالى فإنه عنـــد اندماج ذرتى هيدروجين معا فلن نحصل على ذرة الهليوم التى تحتـوى على ٢ إلكترون، و٢ نيترون، و٢ بروتون ...

فما العمل إذا؟

فكر العلماء كثيرا حتى وجدوا نظير من نظـــائر الـــهيدروجين ويسمى الهيدروجين الثقيل أو (الديوتيريوم).

الديوتيريوم هذا هو نفسه ذرة هيدروجين ولكنه يحتـــوى علـــى نيترون متعادل الشحنة موجود بداخل نواته، وهذا النيترون يعطيه وزنا أثقل قليلا من الهيدروجين العادى ولهذا أطلق عليه الهيدروجين الثقيل.



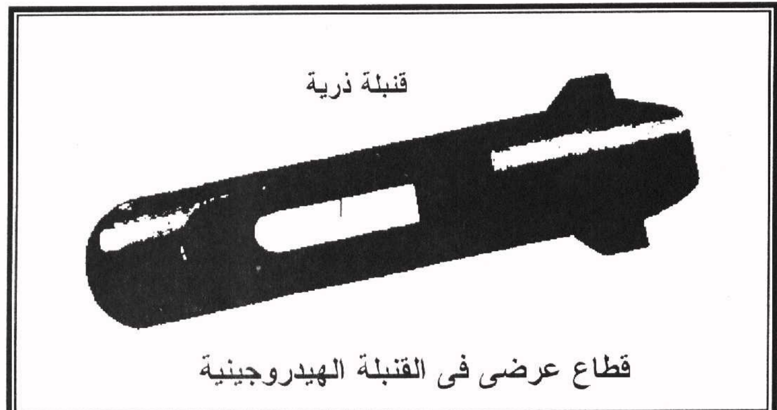
اتحاد ذرتى ديوتيريوم (هيدروجين ثقيل) تعطى ذرة هليوم وهذا مبدأ القنبلة الهيدروجينية.

ونجد أن وزن ذرة الديوتيريوم (الهيدروجين الثقيــل) = ٢,٠١٥ ووزن ذرة الهليوم ٤,٠٠٣، وإذا جمعنا نواتى الديوتــيريوم أمكننــا أن نتوقع الحصول على كتلة وزنها ضعف الرقم ٢,٠١٥ أى أننا سنحصل على كتلة مقدارها ٤,٠٣٠ ... ولكن وجد العلماء أننا سنحصل علــى نواة هليوم وزنها لا يتعدى ٤,٠٠٣. ومن ذلك نستنتج أن هناك كتلــة ذرية قدرها ٠,٠٢٧ وقد اختفت فما السبب؟ الجواب على ذلك سهل:

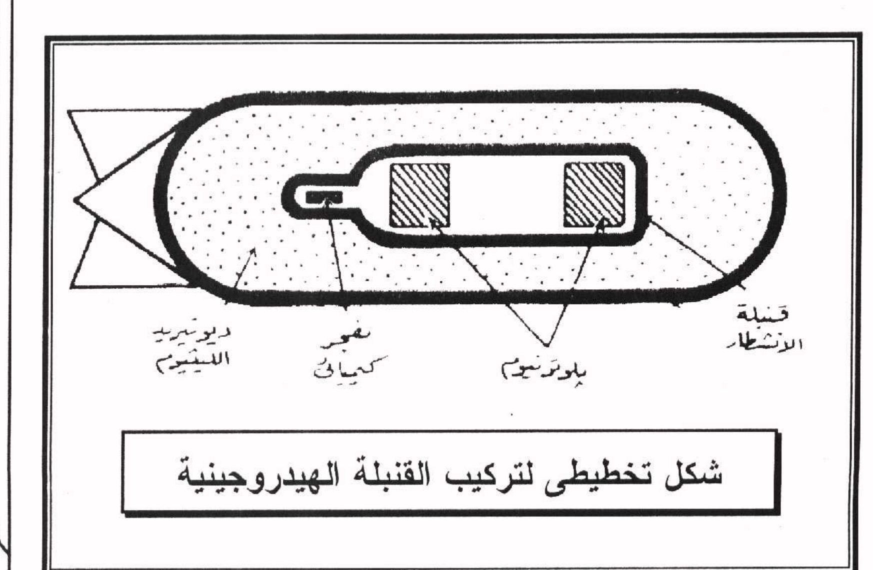
إن هذه الكمية من المادة، قد تحولت إلى طاقة. وعلى ذلك فإننــا إذا كونا ذرات من الهليوم بواسطة ذرات من الديوتيريوم، نحصل على قدر كبير من الطاقة. وهذه الظاهرة تحدث فى الشــمس عنــد درجــة الحرارة العالية للنواة الشمسية (١٥ مليون درجـــة تقريبــا). ونــوى الديوتيريوم تنتشر بسرعة هائلة، وتندفع الواحدة نحو الأخرى فتــؤدى قوة الاصطدام إلى التحامهما. وعندما يحدث ذلك، فإنه يتكــون نــواة هليوم، وتتولد بذلك الطاقة الشمسية التى تفوق حد التصــور. ونفــس الظاهرة، وإن كانت اكثر تعقيدا تحدث عندما تتقابل أربعة ذرات مــن الهيدروجين. وهذا هو السبب فى أننا نقول أن الشمس عبارة عن معمل ذرى مركزى، فإنها تحول كتل الهيدروجين التى بها إلى هليوم. إن هذا الالتحام لنواة الهيدروجين لا يمكن أن يحدث إلا فى درجة حرارة بالغة الارتفاع (ملايين الدرجات)، لأنه فى مثل هذه الحرارة فقط يمكن للنوى أن تتحرك بسرعة كافية، للتغلب على القوى الكهربية التى تباعد بيــن النواة والأخرى، وأن تتراكم مولدة بذلك طاقة. ويطلق علماء الطبيعــة

على هذا الالتحام اسم (التفاعل النووى الحرارى) والقنبلة الهيدروجينية ما هى إلا جهاز يجرى فى داخله تفاعل نووى حرارى، تحـت تـأثير قنبلة نووية تقوم بدور شرارة الاشتعال التى تعمل على اشتعال القنبلـة الهيدروجينية التى تصل قوتها لأضعاف مضاعفة من قوة القنبلة الذرية وإذا أردنا أخذ مثال على الفرق بين القوتين فنتخيل أن القنبلة الذريـة هى بمثابة المقلاع "النبلة" أما القنبلة الهيدروجينية كالمسدس. فيا له من فرق شاسع بين هذا وذاك.

فإذا أمكن الآن استخدام الطاقة الناتجة عن الانشطار النووى فـى مفاعلات ذرية، فإن الحال يختلف فى حالة الالتحـام الـذرى "القنبلـة الهيدروجينية" ولا يمكن إنتاج مفاعلات هيدروجينيـة وذلـك بسـبب الحرارة التى لا يمكن تصورها من القنبلـة الهيدروجينيـة. غـير أن البحوث لا تزال جارية فى كثير من البلدان لمعرفة الظـروف التـى تسمح بالسيطرة على طاقة الالتحام الذرى. إن الذرة عندئذ سوف تقـدم للإنسان طاقة ثمينة "لا مثيل لها حتى الآن"، نأمل أن يجرى اسـتخدامها فيما هو خير.



قطاع عرضى فى القنبلة الهيدروجينية



شكل تخطيطى لتركيب القنبلة الهيدروجينية

الأصل التاريخي للقنبلة الهيدروجينية

تعمل القنبلة الهيدروجينية، وفقا لمبدأ تكهن به "أينشتاين" وهو أن تحطيم الكتلة، ينتج عنه إنتاج طاقة، ولقد أوضح فى الواقع، أنه إذا تم تدمير جزء ما يساوى ٢٨,٣٥ جرام من أى مادة، فإنه يمكن إنتاج ألف مليون كيلو وات / ساعة من الطاقة.

وتنتج الحرارة والطاقة الهائلتان للقنبلة الهيدروجينية، من تفاعل تدمر فيه المادة. وهذا التفاعل (مكررا عددا لا حصر له من ملايين المرات) هو الالتحام أو اندماج نوى ذرتى هيدروجين ثقيل "ديوتيريوم" لإعطاء نواة هليوم واحدة وليس هذا تفاعلا كيميائيا، بل هو تفاعل نووى، فيه يتحول عنصر الهيدروجين، إلى عنصر الهليوم. ومع ذلك، فإن نوى ذرة الهليوم التى تنتج، لا يكون لها وزن الديوتيريوم الذى استنفذ. والوزن المفقود تنتج عنه طاقة.

كيف تصنع القنبلة الهيدروجينية؟

تحتفظ الدول الكبرى، بالأسرار التفصيلية للقنبلة الهيدروجينية، ولكن العلماء الذين يعرفون المبدأ الذى بنيت عليه، لديهم فكرة لا بأس بها عن كيفية صنعها.

والمواد الخام للتفجير، هى نواة ذرات الديوتيريوم "الهيدروجين الثقيل والفرق بين ذرات الهيدروجين العادى، وبين ذرات الديوتيريوم،

هو أن نواة ذرة الهيدروجين العادى تتكون من بروتون فقط فى حين تتكون نواة ذرة الديوتيريوم من بروتون ونيترون". ويجب حشو الديوتيريوم حول المفجر. ومن المحتمل استعمال مركب ديوتيريوم ابيض جامد "ديوتريد الليثيوم". ومن الممكن أن يتضمن أيضا الالتحام النووى لذرة الليثيوم "وهى، مثل ذرة الديوتيريوم، صغيرة جدا"، مما يضيف إلى قدرة القنبلة. ويجب إيداع كل هذه فى غلاف متين جدا، حتى تحتفظ بالحرارة الناتجة من المفجر أطول وقت ممكن لحدوث الالتحام.

كيف تنفجر القنبلة الهيدروجينية؟

يتطلب تفاعل الالتحام الهيدروجينى، مقدارا كبيرا من الطاقة لبدئه. وكل أنوية ذرات الهيدروجين المطلوب اندماجها، لها شحنات موجبة، وبذلك تتنافر بعضها عن بعض. وللتغلب على هذه القوى المنفرة، يجب جعل الأنوية تصدم بعضها بعضا بسرعات بالغة القوة. ولا يمكن إكسابها هذه السرعة، إلا بتسخين الهيدروجين الثقيل "الديوتيريوم" وهى مادة التلاحم إلى درجة حرارة عالية جدا، وهى درجة حرارة تبلغ من الارتفاع، بحيث لا يمكن أن تنتجها إلا قنبلة قنبلة ذرية، لذلك تستعمل قنبلة ذرية بمثابة مفجر "مثل عود الثقاب لإشعال البنزين".



انفجار قنبلة هيدروجينية بعد دقيقتين من ساعة الصفر يمكن مشاهدة السحابة التى تشبه "عيش الغراب" من مسافة ٨٠ كم

قدرة القنبلة الهيدروجينية

إن القنبلة الهيدروجينية سلاح رهيب، ولكنها لحسن الحظ لم تستعمل قط في الحروب، رغم أن كل من الولايات المتحدة والاتحاد السوفيتي، كان سباقا فى تفجير قنابل هيدروجينية تجريبية. ولقد فجر الأمريكيون أول قنبلة هيدروجينية على جزيرة "نيو توك أتول" في المحيط الهادى عام ١٩٥٢. وكانت الطاقة الناتجة من الضخامة، بحيث أدت إلى تبخر الجزيرة وقدرت درجة الحرارة فى وسط القنبلة بحوالى ١٠٠ مليون درجة مئوية، ولكن القوة المتفجرة لهذه القنبلة، كانت صغيرة، إذا قورنت بقنابل تالية، وتقاس قدرة القنابل الهيدروجينية بوحدات الميجا طن (ملايين الأطنان من ت.ن.ت وهى مادة شديدة الانفجار). ولقد كانت القدرة المتفجرة لتلك القنبلة الهيدروجينية الأولى، رغم صغرها، تفوق جميع القنابل الكيميائية المألوفة، التى استعملت فى الحرب العالمية الثانية.

التأثيرات

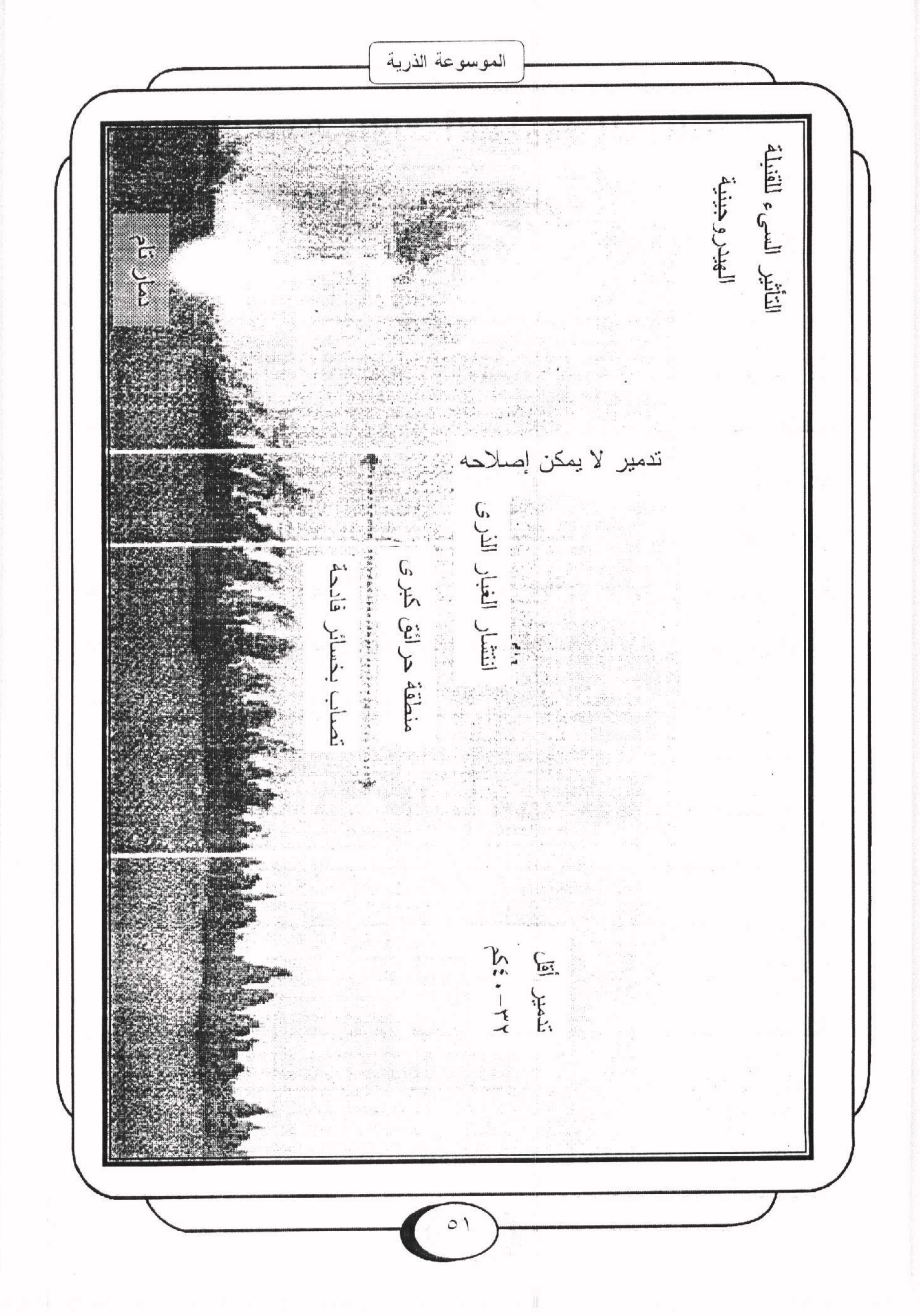
تتوقف التأثيرات على المكان الذى تفجر فيه القنبلة، فإذا كان التفجير فى الهواء، فستدمر جميع المبانى العادية فى نطاق ٦ كيلومترات، وتحطم النوافذ فى نطاق من ٣٢ إلى ١٦٠ كيلومترا من

حولها. أما إذا أجرى تفجيرها فى أعماق البحار، فإن التـأثير الوحيـد يكون هزة أرضية طفيفة.

ومع ذلك فإن عصف الانفجار. هو أقل أهوال القنبلة لأنها حيـن تنفجر يصدر عنها وميض مروع من الحرارة. والضـوء والإشـعاع. ويؤدى الوميض الحرارى، إلى اشتعال الستائر، فى دائرة نصف قطرها ١٦ كيلومترا، ويسبب حروقا متقرحة للأشخاص الذين تعرضوا له، فى نطاق هذه الدائرة.

ولكن أكثر التأثيرات تدميرا ودواما للقنبلة الهيدروجينيـة هـو الغبار الذرى، ذو النشاط الإشعاعى، المتساقط من السحابة التى تشـبه "عيش الغراب" والناتجة عن الانفجار، وفيما لا يزيد عن ١٨ سـاعة، يكون الناس الذين يعيشون فى نطاق ٢٠٠ كيلومتر من الانفجار، وفـى الاتجاه الذى تحمل فيه الريح السحابة القاتلة، قد تلقوا جرعة مميتة مـن الإشعاع الصادر من الغبار. ولابد من انقضاء عدة شـهور، قبـل أن تصبح الأرض التى تساقط عليها هذا الغبار مأمونة. وقد تمر سـنوات عديدة، لتصبح الأرض القريبة من الانفجار صالحة للسكن.

وهذه القنابل لا تؤدى فقط إلى قتل الناس، وتدمير المبـانى بـل وتترك الأرض مسممة، وعديمة الجدوى. ويعرف كل مـن الولايـات المتحدة والاتحاد السوفييتى "السابق"، أنه إذا هاجم أحدهما الآخر، فقـد تستعمل هذه القنابل لتدمير وتلويث أراضيه، وأنه لا يمكـن لأى مـن الجانبين أن يكسب الحرب.


التأثير السيء للقنبلة
الهيدروجينية
تدمير لا يمكن إصلاحه
انتشار الغبار الذري
منطقة حرائق كبرى
تصاب بخسائر فادحة
دمار تام
تدمير أقل
٣٢-٤٠كم

الاستعمالات السلمية للقنبلة الهيدروجينية

يمكن استعمال القنبلة الهيدروجينية، فى أغراض مفيدة ...

ويمكن كذلك استعمال القنبلة الهيدروجينية فى حفر القنوات، أو تغيير مجارى الأنهار. ولقد وجد حسابيا أنه من الممكن إنشاء قناة جديدة، تصل المحيط الأطلنطى بالمحيط الهادى، مارة خلال المكسيك، بتكاليف اقل بكثير، إذا استعملت القنابل العادية فى عمليات الحفر. وفى حين أن الطرق المألوفة الأخرى قد تستغرق عدة سنوات، وتستلزم آلافا من الناس، نجد أن القنابل الذرية والهيدروجينية يمكنها أن تنفذ المشروع فى أشهر قليلة، وتوفر بذلك الوقت والجهد والمال.

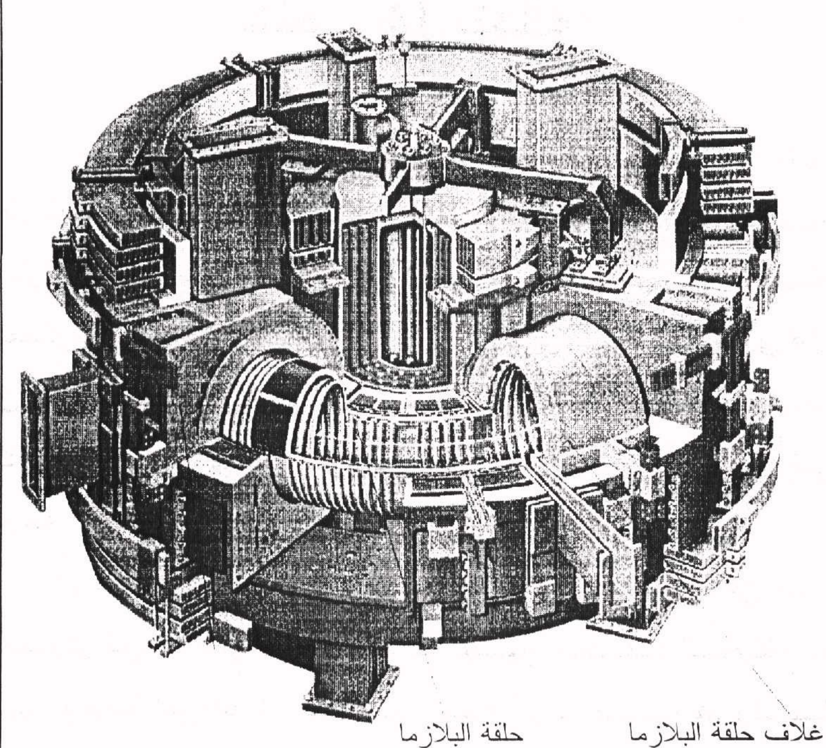
ومن ذلك نرى أن القدرة النووية لها إمكانيات ضخمة سواء للخير أو الشر. وبالرغم من ذلك، فما دامت القنبلة ذاتها قد بقيت، فإن العالم سيسوده القلق، وفى الوقت الراهن تبذل جهودا ضخمة لقصر استعمالها على الأغراض السلمية ولقد اتخذت أول خطة عظيمة فى هذا المضمار، عندما عقدت معاهدة منع التجارب النووية فى عام ١٩٦٣، والتى تعهد فيها الاتحاد السوفييتى "السابق"، والولايات المتحدة، وبريطانيا، بوقف الاختبارات النووية فوق الأرض.

المفاعل الهيدروجيني حلم ... هل يتحقق؟

مضى وقت طويل على محاولات العلماء فى الأقطار كلها لإيجاد حل للمشاكل المرتبطة بتكنولوجيا الانصهار والالتحام للأنوية الذرية. ولكن، بعد اقتراب الحل عام ١٩٤٤ وإثارته الفضول فى الأوساط العسكرية، كان على المهتمين أن ينتظروا إحدى عشرة سنة أخرى قبل أن يعرض أحد الفيزيائيين الروس حلا من شأنه حمل المحروقات الذرية إلى إعطاء ملايين الدرجات الحرارية، وهذا كاف للوصول إلى درجة الانصهار والتحام النوى.

والحقيقة أن الجهاز الذى يسمح بالحصول على حرارة من هذا المستوى كان قد اخترع سابقا، وهو جهاز مخيف: انه القنبلة الهيدروجينية التى أعدت لتحل محل القنبلة الذرية "قنبلة هيروشيما" كأداة تهديد ذرية. ولكن المشكلة التكنولوجية الجوهرية التى برزت كانت حول كيفية احتواء محروق المفاعل الذى يرتفع إلى ملايين الدرجات الحرارية داخل صندوق صغير، ثم الاحتفاظ به طوال الوقت الضرورى للتفاعل، واستمرار هذا التفاعل من دون أن تكون هناك حاجة إلى طاقة خارجية مساعدة.

رسم تخطيطى للمفاعل الهيدروجينى



تستطيع هذه الآلة الغريبة الشكل أن توفر طاقة تعادل طاقة كوكب بأكملـه. وهى عبارة عن مفاعل هيدروجينى يستطيع تحقيق صهر نواتى ديوتيريوم خفيفتين للحصول على ذرة هليوم أثقل نسبيا، ويتم ذلك عن طريق توفير كمية ضخمة من الطاقة وهذه الآلة تعرف باسم "توكاماك" وقد صممت ونفذت فى مختبر تابع للجمعية الوطنية للطاقة الذرية (CNEN) فى مدينة "فرسكاتى" قرب روما

هذه المشكلة قد حلت اليوم عن طريق تحويل المادة المعدة للاحتراق إلى ما يعرف باسم حالة "البلازما" أى حالة الغاز المؤين كليا الذى يحتوى على أيونات وإلكترونات موجبة.

إن المفاعل الهيدروجينى لاتحاد الأنوية ما يزال فى وقتنا الحاضر يمر بمرحلة الاختبار، والدول الصناعية كلها تخصص المليارات للأبحاث التكنولوجية فى هذا المجال الذى له إمكانات هائلة. فيكفى التفكير بأن كمية الطاقة التى يؤمنها جرام واحد من هذا المفاعل تعادل كمية الطاقة التى نحصل عليها بحرق عشرة آلاف لتر من البنزين. إلا أن المشاكل التى تنتظر الحل ما تزال متعددة، منها أنه يجب التوصل إلى درجة الحرارة المطلوبة، كما ينبغى الحفاظ على درجة الحرارة هذه خلال وقت معين من أجل أن يكفى التفاعل نفسه بنفسه ويستمر دونما حاجة إلى طاقة إضافية من الخارج.

فما معنى مفاعل مولد سريع؟

معناه أنه عندما يشتعل المفاعل الهيدروجينى فإن عمله واستمراره تؤمنان وجود النيوترونات التى تنتج عن التفاعل نفسه، وهذه النيوترونات تعطى من جديد مادة البلوتونيوم، والبلوتونيوم يعطى بدوره نيوترونات جديدة، وهكذا دواليك. هذا يعنى أن المفاعل يغذى نفسه بنفسه مؤمنا بذلك استمرار التفاعل.

والنموذج المعروف أكثر من غيره فى هذا المجال هو مفاعل "الفينيكس" الفرنسى الذى وضع فى حقل العمل منذ ١٩٧٤. والمفاعل

الأمريكى المعروض هنا يبرد لمادة الصوديوم السائل، ومادته الأساسية هى الفولاذ الذى لا يتأكسد، والمحروق الذرى المستعمل له هو مزيج من اليورانيوم والبلوتونيوم.

فى الولايات المتحدة

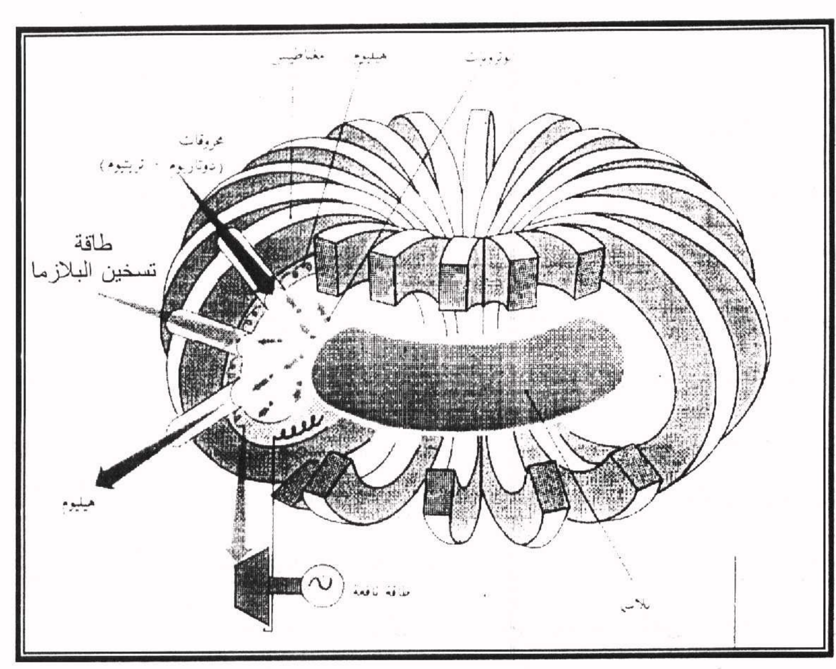
فى أوائل الثمانينات ارتفعت الطاقة التى تؤمنها المفاعلات الهيدروجينية المستعملة فى العالم إلى ٣٠٠ مليون كيلو وات/ساعة. والمعروف أن الولايات المتحدة الأمريكية كانت أول دولة وضعت برنامجا لاستثمار الطاقة الذرية فى الميادين السلمية، وذلك فى أوائل الخمسينيات. وتجدر الإشارة إلى أن الولايات المتحدة عرفت أولى الحوادث الجسيمة التى كادت أن تؤدى إلى كارثة بيئية لو لم يتداركها المسؤولون.

لهذا السبب تدنى الطلب على إنشاء المحطات الذرية. والمحطات التى أنشئت عام ١٩٧٥ أعطت ٨٣,١ مليار وات، فى حين أن التى أنشئت عام ١٩٨٠ لم تتجاوز طاقتها ١٧,٥ مليار وات.

علوم وهمية أم مستقبلية؟

ويمكن شرح المبدأ الذى على أساسه تعمل آلة "توكاماك" ففى داخل هذا المفاعل تتحول طبقة الليثيوم، بعد أن تعمل على تفجير النيترونات، إلى هيليوم، مؤلفا بذلك محروقا ذريا حقيقيا وقويا. وتتأمن

الطاقة الكهربائية عبر "توربينة" تعمل بواسطة البخار المنبعـــث مــن المبدل الحرارى.



رسم تخطيطى يوضح فكرة عمل المفاعل الهيدروجينى "توكاماك".

والذى نستنتجه أنه إذا كان مفاعل "توكاماك" فى مدينة "برنستون" "الولايات المتحدة" قد أعطت سنة ١٩٧٨ أعلى درجة حراريـــة، فــإن أكبر قوة ضغط وحصر قد أعطيــت ســنة ١٩٨١ بواســطة مفــاعل "توكاماك" مدينة "فرسكاتى" بإيطاليا.

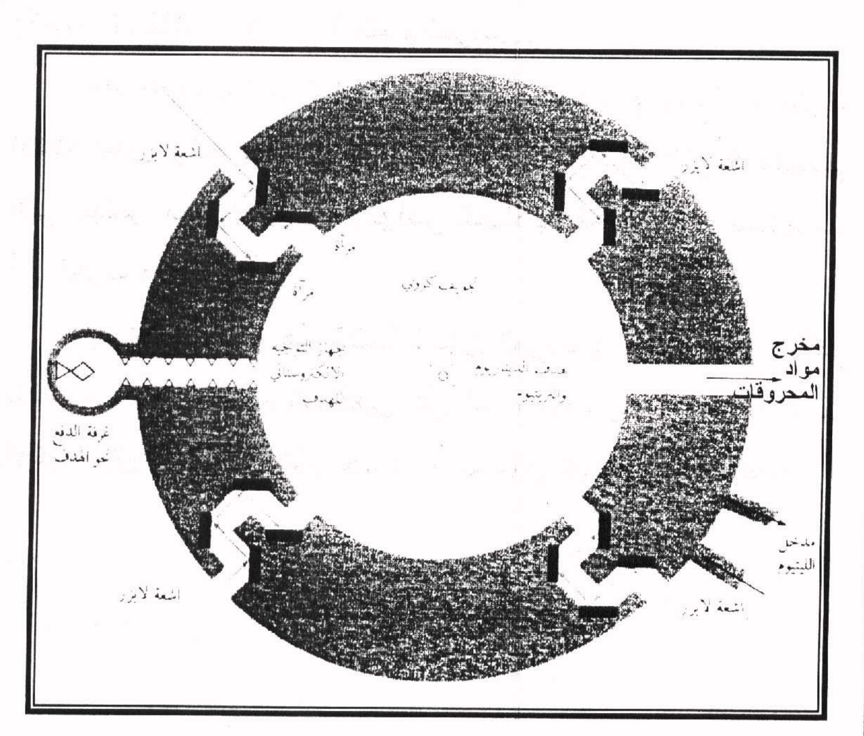
مفاعل الليزر

المفاعل الهيدروجينى ...

طاقة جبارة لا مثيل لها ... إنها الطاقة التى يبحث عنها العلماء جميعا، حيث أننا إذا تحكمنا فى تلك الطاقة سنستطيع توجيهها إلى استخدامات شتى فمثلا إننا يمكننا الحصول منها على طاقة كهربائية هائلة، وذلك ما يجعلنا نحصل على طاقة كبيرة وبأسعار زهيدة جدا، وذلك ما يجعل الإنتاج يزيد بسبب زيادة المصانع والمنشآت التى ستستفيد من الطاقة الناتجة من ذلك المشروع العملاق، ومن الأفكار التى راودت العلماء فكرة المفاعل الليزرى، وهى وإن كانت فكرة خيالية لم تصل إلى حيز التنفيذ بعد إلا أنها فكرة جديرة بالاحترام وقد يأتى اليوم الذى تظهر فيه إلى النور.

ومبدأ عمل المفاعل الليزرى والأساسى يتركز على قرص من المحروقات كروى الشكل ويتألف من مزيج الديوتيريوم والتريتيوم. وهذا القرص تضربه أشعة ليزر بقوة حتى يصل إلى درجة عالية من الحرارة تحدث نوعا من الانفجار الذرى الخفيف، وهذا الانفجار يتسبب فى انصهار عنصرين للحصول على عنصر صحيح وكمية هائلة من الطاقة. والمشكلة الأساسية فى صنع مفاعل ليزرى هى فى تأمين الليزر نفسه. ولهذا يجرى البحث عن إمكانية توفير أشعة ليزر مركبة.

والنموذج لهذا النوع من المفاعل هو الجهاز الأمريكى "شيفا" وهو اسم إله النار عند الهنود الحمر.



المفاعل الليزرى

الخاتمة

ما سبق هو شرح متواضـــع لفكـرة عمـل القنبلـة الذريـة والهيدروجينية والمفاعلات وآثارها على الإنسان والحيوان والنبـات وكيفية الاستفادة منها فى السلم والحرب...

كما عرفنا إمكانيات الغرب وقدراتهم النووية وكيــف حـاربت الأقلام الحرة والجريئة تلك الترسانة النووية المسلحة التى قد تقضـى على الجنس البشرى بأكمله ونواحى الحياة بصفة عامة إذا اسـتخدمت فى الحرب والدمار.

ولهذا جاء دور هذا الكتاب ليكون المرشد والصديق للقارئ لكى تنضم إلى حملة الأقلام المدافعين عن الحياة الخضراء والجميلة علـى كوكبنا الأزرق الجميل الذى حبانا به الله دون غيرنا من مخلوقاته.

المراجع

١) موسوعة "الموسوعة" الجزء الرابع والسابع والثامن عشر.

٢) موسوعة "بهجة المعرفة" الجزء الثانى والخامس.

٣) موسوعة "المعرفة" كتاب الذرات والإلكترونات وكتاب الإلكترونات والاتصالات.

٤) موسوعة "الباب المفتوح" الجزء الثالث.

٥) موسوعة "الشباب".

الفهرس

رقم الإيداع بدار الكتب المصرية ٩٦٥٠ / ٩٩ م

دار النصر للطباعة الإسلامية
٢ - شارع نشاطى شبرا القاهرة
الرقم البريدى — ١١٢٣١